

## Emulsificante e complexo enzimático em dieta para frangos de corte de linhagem caipira na Amazônia ocidental

*Emulsifier and enzymatic complex in diet for free range broiler chicken in the western amazon*

Antonia Mariana do Nascimento<sup>1\*</sup> , Fábio Augusto Gomes<sup>1</sup> , Henrique Jorge de Freitas<sup>1</sup> , Suelen Ferreira da Costa Rodrigues<sup>1</sup> , Gilcineide Araújo Pires<sup>1</sup> , Cesar Andres Guato<sup>1</sup> , Edcarlos Miranda de Souza<sup>1</sup> 

Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

\* Correspondente: [mariana.nascimento@hotmail.com](mailto:mariana.nascimento@hotmail.com)

### Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de níveis de emulsificante à base de lecitina de soja e complexo enzimático (Xilanase,  $\beta$ -Glucanase, Galactosidase, Protease, Amilase,  $\beta$ -Mananase) na ração basal durante a criação de frangos de corte de linhagem caipira. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram: T1: ração controle, sem complexo enzimático e emulsificante; T2: 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático; T3: 0,5 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante; T4: 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático + 0,5 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante; T5: 0,3 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático + 1 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante. A cada 14 dias foram coletados os dados do desempenho zootécnico e após 70 dias as aves foram eutanasiadas para obtenção do rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e coleta do intestino para análise de pH e morfometria. Nos períodos de 1 a 56 e 1 a 70 dias houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos parâmetros de desempenho zootécnico, o consumo de ração foi menor no T4 e T5, e o ganho de peso foi melhor no T1, T2, T3 e T4. A conversão foi melhor em T1, T2 e T4. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na viabilidade das aves, no rendimento de carcaça, cortes de vísceras e no pH de duodeno e cecos. Houve diferença na morfometria intestinal ( $P < 0,05$ ), sendo o T5 o que obteve melhor relação vilosidade e criptas. O nível 0,3 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático com 1 kg t<sup>-1</sup> emulsificante indicou melhor efeito na relação vilosidade e criptas. O nível com 0,2 kg t<sup>-1</sup> do complexo enzimático com 0,5 kg t<sup>-1</sup> do emulsificante adicionado a dieta comercial trouxe benefícios como diminuição do consumo de ração, sem afetar o ganho de peso, tendo assim uma boa conversão alimentar.

**Palavras-chave:** Aditivos; Desempenho Zootécnico; Morfometria Intestinal; Rendimento de Carcaça.

### Abstract

This study aimed to evaluate the effects of adding levels of emulsifier based on soy lecithin and enzymatic complex (xy lanase,  $\beta$ -glucanase, galactosidase, protease, amylase, and  $\beta$ -mannanase) on the basal diet during the raising of free-range broiler chickens. The experimental design was completely randomized, with five treatments and six replications. Treatments were: T1: control diet, without enzymatic complex and emulsifier; T2: 0.2 kg t<sup>-1</sup> of enzymatic complex; T3: 0.5 kg t<sup>-1</sup> of emulsifier; T4: 0.2 kg t<sup>-1</sup> of enzymatic complex + 0.5 kg t<sup>-1</sup> of emulsifier; and T5: 0.3 kg t<sup>-1</sup> of enzymatic complex + 1 kg t<sup>-1</sup> of emulsifier. Performance data were collected every 14 days, and the animals were euthanized at 70 days to obtain carcass, breast, drumstick, and thigh yield and intestine collection for pH analysis and morphometry. The periods from 1 to 56 and 1 to 70 days showed a difference ( $P < 0.05$ ) in the parameters of zootechnical performance, the feed intake was lower in T4 and T5, and weight gain was better in T1, T2, T3, and T4. Feed conversion was better in T1, T2, and T4. No difference ( $P > 0.05$ ) was observed for poultry livability, carcass yield, viscera, and pH of duodenum and cecum. A difference was found for intestinal morphometry ( $P < 0.05$ ), and T5 showed the best villus/crypt ratio. The level with 0.3 kg t<sup>-1</sup> of enzymatic complex and 1 kg t<sup>-1</sup> of emulsifier indicated a better relationship between villi and crypts. However, the level with 0.2 kg t<sup>-1</sup> of enzymatic complex and 0.5 kg t<sup>-1</sup> of emulsifier added to the commercial diet led to benefits such as decreased feed intake, without affecting weight gain, thus inducing a good feed conversion.

**Keywords:** Additives; Performance; Intestinal morphometry; Carcass yield.

Recebido: 26 de outubro de 2021. Aceito: 7 de março de 2022. Publicado: 20 de junho de 2022.



## Introdução

A avicultura é um setor em expansão, grandes avanços na genética, manejo, nutrição e ambiência permitiram aumento na qualidade da carne de frango de corte. Além do frango de corte industrial de crescimento rápido há também o frango de crescimento lento, bastante tradicional em muitas regiões brasileiras, conhecido no Nordeste como frango de capoeira, no Norte e Sudeste como caipira, e no Sul colonial. As aves de linhagem caipira, são uma excelente opção para criação no clima da Amazônia Ocidental, possuem maior resistência às altas temperaturas. Além de possuir características organolépticas diferenciadas, tais como carne mais tenra e sabor mais forte, em relação ao frango de corte industrial.

Devido à escassez de pesquisas com essas linhagens tem-se a necessidade de estudos principalmente em local com clima tropical, sendo que este setor pode representar uma fonte de renda promissora para o produtor familiar e com um mínimo de tecnificação poderá agregar valor à sua produção. Contudo, as aves alternativas ainda possuem limitações fisiológicas do sistema digestivo, que podem ser superadas usando estratégias exógenas para melhorar seu desempenho<sup>(1)</sup>. A utilização de aditivos na alimentação pode ser um exemplo de tecnificação acessível ao produtor que lhe trará vantagens para sua criação.

Entre eles o uso de enzimas e emulsificantes são alternativas que podem melhorar a produção, pois são aditivos que agem disponibilizando mais nutrientes para o animal, podendo melhorar o desempenho de aves alternativas já que não há no mercado rações específicas para frangos de crescimento lento. Segundo Fortes et al.<sup>(2)</sup> a adição de complexo enzimático às dietas compostas de milho e soja acelera a degradação de fibras das paredes celulares, promovendo melhor digestibilidade dos nutrientes, otimizando a digestibilidade de nutrientes, o que pode promover o aumento de peso nos animais por haver mais nutrientes disponíveis.

Já a adição de emulsificante para dietas de frangos de corte é uma prática menos frequente em comparação com outros suplementos alimentares. Os emulsificantes agem aumentando a superfície ativa das gorduras, permitindo a ação da lipase, que hidrolisa moléculas de triglicerídeos e favorecem a formação de micelas, criando um gradiente de difusão que aumenta a absorção de ácidos graxos, monoglicerídeos e nutrientes lipossolúveis, disponibilizando maior utilização de energia, o que pode melhorar o desempenho das aves<sup>(1)</sup>.

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de rações com níveis de um complexo enzimático e um emulsificante, separadamente e combinados sobre o desempenho, rendimento de carcaça, o pH de duodeno e cecos e a morfometria do duodeno de

frangos de linhagem caipira.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido nos meses de agosto a outubro de 2019 em granja avícola, sediada no Município de Rio Branco – AC situado a 143 metros de altitude, com coordenadas geográficas: Latitude: 9°58' 26" Sul, Longitude: 67° 48' 27" Oeste. Segundo a classificação Koppen está localizado na zona tropical caracterizado por chuvas e monções<sup>(3)</sup>. O projeto foi aprovado em 14/06/2018 pela Comissão de Ética no Uso de Animais – (CEUA-UFAC), processo 23107.010003/2018-04, protocolo 15/2018.

Foram utilizados 300 frangos de corte de crescimento lento de um dia, fêmeas da linhagem vermelho pesadão. As aves foram adquiridas em incubatório certificado e idôneo, já vacinadas contra Marek, Gumboro e Bouba Aviária, aos 14 dias foi realizada a vacinação contra a doença de Newcastle. Cerca de 48 horas antes da chegada dos pintainhos foi colocada a cama aviária, o material utilizado foi maravalha com jornal sobreposto, em todas as baias. Em torno de 24 horas antes foram colocados bebedouros e os comedouros tipo bandeja. Para manutenção da temperatura dos pintainhos em cada baias foram colocadas uma lâmpada incandescente.

Na chegada das aves foram observadas e pesadas com o intuito de alcançar homogeneidade no lote e obtenção do peso inicial, em seguida foram levadas para as baias. O manejo foi realizado duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde, sempre nos horários mais amenos para evitar estresse térmico das aves. Sendo realizado a limpeza dos bebedouros e fornecimento de água e ração para as aves, garantindo assim alimentação e água a vontade. Foi utilizada ração comercial, com os níveis de garantia do fabricante descritos na tabela 1.

A ração comercial foi suplementada com níveis de complexo enzimático e emulsificante. O complexo enzimático é denominado Tecnase® composto pelas enzimas: Xilanase (11.500 U/g),  $\beta$ -Glucanase (855 U/g), Galactosidase (110 U/g), Protease (4.230 U/g), Amilase (850 U/g),  $\beta$ -Mananase (1.210 U/g). O emulsificante é denominado Lipidol ultra® composto por lecitina de soja. Desse modo os 5 tratamentos, foram distribuídos da seguinte forma:

**T1:** Ração controle: sem complexo enzimático e emulsificante

**T2:** Ração controle com 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático

**T3:** Ração controle: com 0,5 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante

**T4:** Ração controle: com 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático + 0,5 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante

**T5:** Ração controle: com 0,3 kg t<sup>-1</sup> de complexo

enzimático + 1 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante

A cada 14 dias as aves e a ração foram pesadas, para determinação do ganho de peso médio (kg), do consumo de ração (kg) e da conversão alimentar. Animais mortos foram contabilizados para avaliar a viabilidade (%). Desta forma os períodos experimentais foram 1 a 14, 1 a 28, 1 a 42, 1 a 56 e 1 a 70 dias de idade das aves. Com relação ao desempenho, o consumo foi determinado pela

diferença entre a ração fornecida e os resíduos de ração no comedouro no final de cada período experimental. As aves foram pesadas no início e final de cada período para a determinação do ganho de peso médio e consumo alimentar. A conversão alimentar foi calculada pela relação do consumo e o ganho de peso. A viabilidade foi calculada pela diferença da porcentagem da mortalidade.

**Tabela 1.** Níveis de garantia da ração comercial (inicial e crescimento) utilizada da alimentação de frangos de linhagem caipira

Componente	Inicial	Crescimento	Componente	Inicial	Crescimento
		%			%
Umidade (max.)	12	12	Colina (min)	0.000035	0.025
Proteína Bruta (min)	19	17	Ferro (min)	0.00525	0.0006
Extrato Etéreo (min)	30	30	Iodo (min)	0.000126	0.025
Fibra Bruta (max.)	50	50	Manganês (min)	0.007	0.005
Cinzas (max.)	110	110	Metionina (min)	0.000216	0.00012
Cálcio (min)	0.7	7	Niacina (min)	0.0032	0.006
Cálcio (max.)	1.5	15	Selênio (min)	0.00003	0.00017
Fósforo (min)	0.6	0.6	Zinco (min)	0.0063	0.0024
Sódio (min)	0.014	0.014	Nicarbazina (min)	0.005	-
Ácido Fólico (min)	0.00006	0.00005	Narasina (min)	0.005	-
Ácido Pantotênico (min)	0.0008	0.0008	Saliomicina (min)	-	0.0066
Biotina (min)	0.000006	3,00E-06	Halquinol (min)	-	0.003
Cobre (min)	0.00063	0.0006			

Fonte: Nutrak

Na variável rendimento de carcaça, duas aves que representavam a média de cada unidade experimental foram submetidas ao jejum de oito horas, até serem sacrificadas no setor de avicultura da Universidade Federal do Acre. Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa (com pés e cabeça) em relação ao peso vivo após jejum. O rendimento de cortes (peito, coxa, sobrecoxa), gordura abdominal e vísceras (fígado, moela e coração) foram feitos em relação ao peso da carcaça eviscerada (com pés e cabeça).

Para avaliar o pH, no dia do abate foram coletados o duodeno e cecos onde foram colocados todo o conteúdo da digesta em béquer contendo 20 ml de água destilada, deixando estabilizar por 10 minutos para realizar a leitura com um pHmetro portátil. Foram retiradas amostras de duodeno no comprimento da primeira alça intestinal (4 cm), lavados em uma solução de formol (10%), para serem submetidos à análise de histomorfometria. Os segmentos de duodeno, após serem lavados em solução fisiológica, foram abertos pela sua borda mesentérica, estendidos pela túnica serosa, fixados em formol 10% por um período de 24 horas e após esse período a solução foi trocada. Posteriormente, as amostras foram reduzidas e colocadas em álcool e diafanizadas em xilol para inclusão em parafina histológica. Após inclusão em parafina, foram

realizados cortes em micrótomo, com espessura de seis micrômetros (µm) para confecção de lâminas, que foram posteriormente coradas com Hematoxilina-Eosina (HE).

Após o procedimento de coloração, com auxílio de um microscópio óptico acoplado a um sistema analisador de imagens da Leica (Image-Pro Plus versão 1.0.0.1), foram realizadas medidas de altura de vilosidades e de profundidade de criptas das amostras de duodeno na lente objetiva de 40x. As medidas de altura de vilosidades foram tomadas a partir de sua região basal, coincidente com a porção superior das criptas, até seu ápice; a mensuração da altura foi realizada de uma extremidade a outra da vilosidade; e as criptas, da sua base até a região de transição entre cripta e vilosidade<sup>(4)</sup>.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 6 repetições. A unidade experimental ou parcela consistia em 10 aves por box (inicialmente), das quais eram consideradas para as variáveis de desempenho zootécnico a média das variáveis quantitativas correspondentes às 10 aves. No caso de mortalidade, essa média foi corrigida, com o intuito de evitar valores superestimados. Uma análise exploratória dos dados foi realizada, para indicar possíveis violações da suposição do modelo para Análise de Variância (ANOVA). Posteriormente, realizou-se a

ANOVA, com o intuito de verificar se havia diferença entre o efeito dos tratamentos para cada variável analisada. Quando o teste F indicou diferença entre os efeitos dos tratamentos, procedeu-se o teste de Skott-Knott, com a finalidade de verificar quais tratamentos diferiram entre si, para cada uma das variáveis analisadas. Todas as análises foram realizadas ao nível de 5% de significância e com o uso do software estatístico SISVAR versão 5.6<sup>(5)</sup>.

## Resultados

### Desempenho zootécnico

Na tabela 2 estão apresentados os resultados de desempenho zootécnico, os quais foram avaliados: consumo de ração – CR (kg), ganho de peso – GP (kg), conversão alimentar - CA, e viabilidade de criação – VC (%) de frango de corte de linhagem caipira de acordo com o tratamento e o período de criação.

**Tabela 2.** Consumo médio de ração (kg), ganho de peso médio (kg) e conversão alimentar de frangos de linhagem caipira, alimentados com ração com adição de níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	Período (dias)				
	1 a 14 <sup>dns</sup>	1 a 28 <sup>dns</sup>	1 a 42 <sup>dns</sup>	1 a 56*	1 a 70*
	<b>Consumo médio</b>				
Ração Basal	0,248	0,937	1,9	3,09 b	4,29 b
0,2 Complexo Enzimático	0,257	0,9	1,92	3,11 b	4,31 b
0,5 Emulsificante	0,259	0,902	1,91	3,11 b	4,31 b
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	0,247	0,983	1,87	3,03 a	4,20 a
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	0,253	0,911	1,91	3,05 a	4,25 a
CV (%)	3,72	5,85	3,49	1,84	1,22
P valor	0,139	0,1607	0,885	0,673	0,0059
Erro padrão	0,00384	0,0243	0,0271	0,0231	0,0212
	<b>Ganho de peso médio</b>				
Ração Basal	0,107	0,417	0,864	1,33 a	1,86 a
0,2 Complexo Enzimático	0,111	0,397	0,858	1,34 a	1,87 a
0,5 Emulsificante	0,106	0,391	0,837	1,31 a	1,83 a
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	0,111	0,403	0,844	1,33 a	1,86 a
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	0,113	0,405	0,836	1,25 b	1,77 b
CV(%)	5,98	5,02	3,03	1,89	2,31
P valor	0,302	0,3997	0,2462	0	0,0042
Erro padrão	0,0027	0,4017	0,0104	0,0101	0,0173
	<b>Conversão alimentar</b>				
Ração Basal	2,32	2,24	2,18	2,31 a	2,31 a
0,2 Complexo Enzimático	2,31	2,28	2,24	2,32 a	2,30 a
0,5 Emulsificante	2,45	2,3	2,28	2,37 b	2,36 b
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	2,23	2,44	2,24	2,27 a	2,26 a
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	2,25	2,25	2,28	2,44 b	2,40 b
CV(%)	5,84	8,21	4,06	2,41	2,47
P valor	0,0837	0,4623	0,3608	0,0003	0,0037
Erro padrão	0,0551	0,0852	0,0372	0,0229	0,0234

Dns: Diferença não significativa entre as médias na coluna; \*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si, pelo teste Skott-knott ao nível de 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação.

Nos períodos 1-14, 1-28 e 1-42 não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as médias dos tratamentos para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, porém, nos períodos 1-56 e 1-70 foi observado diferença ( $P<0,05$ ). A viabilidade de todos os períodos de criação está apresentada na tabela 3.

A viabilidade de criação aos 70 dias variou entre 96,66 e 100%, sendo considerada satisfatória, já que na avicultura de linhagem caipira é aceitável que haja 10 % de mortalidade, ou seja o ideal é que a viabilidade esteja acima de 90 %.

### Rendimento de carcaça

Os resultados referentes ao rendimento de carcaça e cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) de frangos de

corte de linhagem caipira aos 70 dias estão apresentados na tabela 4.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) quanto ao rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa. Os valores de rendimento de carcaça variaram entre 69,85 e 76,92 %. O rendimento de peito variou entre 21,21 e 22,25 %. Os resultados de rendimento de coxa obtidos foram entre 14,43 e 16,01 %. O rendimento de sobrecoxa ficou entre 16,39 e 16,95 %. Os resultados referentes ao rendimento de vísceras comestíveis (moela, fígado e coração), intestino e gordura abdominal de frangos de corte de linhagem caipira aos 70 dias estão apresentados na tabela 5.

**Tabela 3.** Viabilidade de frangos de corte de linhagem caipira alimentados com diferentes níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	Período (dias)				
	jan.-14	jan.-28	jan.-42	jan.-56	jan.-70
Ração Basal	100	100	100	96,66	96,66
0,2 Complexo Enzimático	100	100	100	98,33	98,33
0,5 Emulsificante	100	100	98,33	98,33	98,33
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	100	100	100	100	100
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	100	100	98,33	98,33	98,33

**Tabela 4.** Rendimentos de carcaça e cortes nobres (%) com relação ao peso da carcaça limpa em frangos tipo caipira alimentados com ração basal contendo níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	RENDIMENTO (%)			
	Carcaça <sup>dns</sup>	Peito <sup>dns</sup>	Coxa <sup>dns</sup>	Sobrecoxa <sup>dns</sup>
Ração Basal	73,58	22,25	15,99	16,85
0,2 Complexo Enzimático	73,36	21,21	15,62	16,82
0,5 Emulsificante	69,85	21,29	14,43	16,95
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	76,92	21,76	16,01	16,94
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	72,75	21,29	15,71	16,39
CV(%)	10,79	10,62	10,72	9,33
P valor	0,3146	0,7712	0,1372	0,905
Erro padrão	2,283	0,6609	0,4811	0,4522

Dns: Diferença não significativa entre as médias na coluna; CV: Coeficiente de variação.

**Tabela 5.** Rendimentos das vísceras (%) em relação ao peso da carcaça limpa em frangos do tipo caipira alimentados com ração basal contendo níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	RENDIMENTO (%)				
	R.M. <sup>dns</sup>	R.F. <sup>dns</sup>	R.C. <sup>dns</sup>	R.I. <sup>dns</sup>	R.G.A. <sup>dns</sup>
Ração Basal	3,03	2,43	0,66	6,11	5,07
0,2 Complexo Enzimático	2,77	2,22	0,58	5,55	5,38
0,5 Emulsificante	2,71	2,17	0,58	5,73	5,45
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	2,89	2,29	0,56	5,98	5,57
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	2,67	2,44	0,56	5,16	5,51
CV(%)	11,35	10,47	17,39	19,32	25,56
P valor	0,5999	0,7277	0,1057	0,2563	0,2343
Erro padrão	0,1735	0,1706	0,0295	0,3183	0,1631

Dns: Diferença não significativa entre as médias na coluna; CV: Coeficiente de variação. R. M.: Rendimento de moela; R. F.: Rendimento de fígado; R. C.: Rendimento de coração; R. I.: Rendimento de intestino; R. G. A.: Rendimento de gordura abdominal.

Com relação às vísceras comestíveis: moela, fígado e coração, não houve diferença ( $P>0,05$ ). Os resultados de moela variaram entre 2,67 e 3,03 %. O rendimento de fígado variou 2,17 a 2,44 %. Com relação a coração o rendimento variou entre 0,56 e 0,66 %. O rendimento de vísceras não comestíveis: intestino e gordura abdominal, variaram entre 5,16 e 6,11 e 5,07 a 5,57 % respectivamente.

#### Morfometria e pH intestinal

Os resultados referentes à altura de vilosidades, profundidade de criptas e a relação vilosidade/cripta de frangos de corte de linhagem caipira aos 70 dias estão apresentados na tabela 6.

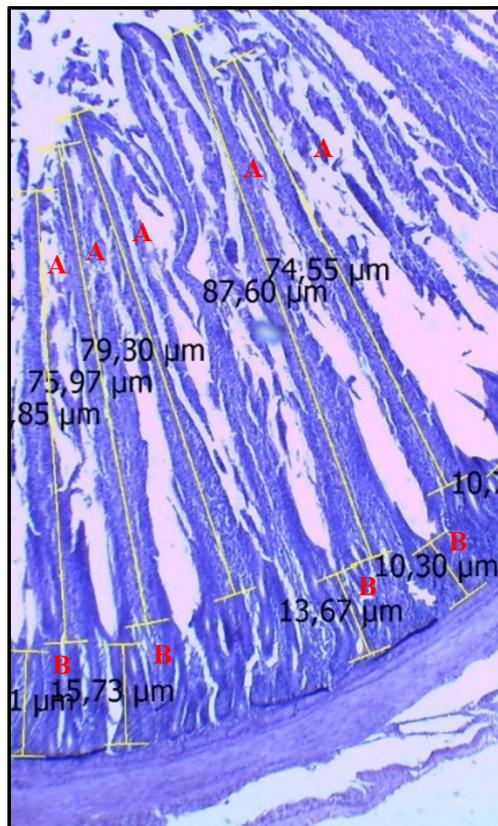
**Tabela 6.** Altura de vilosidades ( $\mu\text{m}$ ), profundidade de criptas ( $\mu\text{m}$ ) e relação vilosidade/cripta de duodeno em frangos de corte tipo caipira aos 70 dias de idade alimentado com ração basal contendo níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	Altura Vilosidade ( $\mu\text{m}$ ) <sup>*</sup>	Profundidade Cripta ( $\mu\text{m}$ ) <sup>*</sup>	V/C <sup>*</sup>
Ração Basal	81,68 b	13,94 c	5,88 c
0,2 Complexo Enzimático	76,37 c	11,77 a	6,49 b
0,5 Emulsificante	82,91 b	13,03 b	6,37 b
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	85,13 b	12,99 b	6,60 b
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	98,80 a	13,96 c	7,09 a
CV (%)	4,1	5,54	7,07
P valor	0	0,0001	0,0028
Erro padrão	1,421	0,297	0,1873

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si, pelo teste Skott-knott ao nível de 5% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação.

Os resultados referentes à altura de vilosidade, profundidade de criptas e na relação vilosidade/cripta apresentaram diferenças ( $P<0,05$ ). O tratamento que expressou maior altura de vilosidade foi com 0,3 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático e 1 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante, o que teve menor altura foi o com 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático. A figura 1 apresenta a imagem de altura das vilosidades e de profundidade de criptas das amostras de duodeno. Os resultados referentes ao pH de duodeno e cecos de frangos de corte de linhagem caipira aos 70 dias estão apresentados na tabela 7. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) no pH de duodeno e cecos de frangos de linhagem caipira aos 70 dias. O pH do duodeno variou entre 6,13 e 6,48 e de cecos variaram entre 6,77 e 6,99.





**Figura 1.** Fotomicrografia de duodeno de frango de corte de linhagem caipira: A - altura de vilosidades e B - profundidade de criptas. Coloração hematoxilina-eosina (HE). Aumento de 40X.

**Tabela 7.** Valores de pH em duodeno e cecos aos 70 dias de idade de frangos de corte tipo caipira alimentados com ração basal contendo níveis de complexo enzimático e emulsificante

Tratamentos (kg t <sup>-1</sup> )	pH	
	DUODENO <sup>dns</sup>	CECOS <sup>dns</sup>
Ração Basal	6,48	6,94
0,2 Complexo Enzimático	6,37	6,77
0,5 Emulsificante	6,31	6,83
0,2 Complexo enzimático + 0,5 Emulsificante	6,13	6,99
0,3 Complexo enzimático + 1 Emulsificante	6,2	6,96
CV(%)	2,1	2,54
P valor	0,4824	0,6001
Erro padrão	0,2051	0,2309

Dns: Diferença não significativa entre as médias na coluna; CV: Coeficiente de variação.

## Discussão

### Desempenho zootécnico

O consumo de ração nos períodos 1-56 e 1-70 foi menor nos tratamentos com adição de complexo

enzimático e emulsificante, ou seja, a adição destes aditivos individualmente não interferiu nos resultados, somente nos tratamentos que havia ambos, muito provavelmente pela ação conjunta dos aditivos. As enzimas agem no aumento das reações da digestão e o emulsificante tem ação no aproveitamento de lipídios, essas reações fornecem mais nutrientes e energia ao animal o que proporcionam maior sensação de saciedade nas aves.

Com relação ao uso de enzimas, resultados semelhantes foram encontrados por Dalólio et al. <sup>(6)</sup> que utilizando complexo enzimático a base de fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase em rações com base em milho e soja não observaram diferenças no consumo de ração de frangos de corte em relação ao tratamento controle. Quanto ao uso de emulsificante, Guerreiro Neto et al. <sup>(1)</sup> utilizando as fontes de gordura: óleo de soja, óleo de vísceras e as duas conjuntamente não observaram diferenças no consumo de ração ao adicionar emulsificante, semelhante a este estudo ao utilizar o emulsificante isoladamente na ração comercial.

Segundo Guerreiro neto et. al <sup>(1)</sup>, a ausência de resultados do ganho de peso nos primeiros dias pode estar relacionada a ação do emulsificante não ser tão eficiente nos primeiros dias de vida, já que ocorre baixa atividade da enzima lipase nesse período, tal fato, resulta em menor digestão e absorção dos lipídios o que, conseqüentemente, reduz a energia destinada à produção, e assim não interferindo positivamente no crescimento da ave no período inicial. Nas fases finais de criação o ganho de peso foi menor no tratamento com 0,3 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático e 1 kg t<sup>-1</sup> emulsificante, evidenciando que o tratamento com 0,2 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático e 0,5 kg t<sup>-1</sup> emulsificante já é suficiente para garantir o peso das aves, aumentando o nível configura desperdício já que não será utilizado pela ave e afetando negativamente o ganho de peso.

Este estudo corrobora com Cho et al. <sup>(7)</sup> que em trabalho realizado com a utilização de emulsificante e complexo enzimático, composto por  $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase não observaram diferenças no ganho de peso de frangos de corte alimentadas com ração basal. Em contrapartida, neste mesmo estudo a utilização destes aditivos em rações com baixa densidade energética melhorou o ganho de peso em relação a dieta com baixa energia sem o complexo enzimático e emulsificante.

Diferente deste estudo, Guerreiro Neto et al. <sup>(1)</sup> utilizando óleo de soja como fonte de lipídios na ração de frangos de corte, observou maior ganho de peso com a inclusão de emulsificante. Barbosa et al. <sup>(8)</sup> também diferiu da presente pesquisa, no tocante ao uso de complexo enzimático, ao utilizar xilanase, amilase protease e fitase, em rações à base de milho e soja com

controle negativo de energia, encontraram maior ganho de peso em frangos em relação aos tratamentos sem a inclusão de complexo enzimático. Por sua vez, Dalólio et al. <sup>(6)</sup> utilizando fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase, não influenciaram no ganho de peso das aves. Nos períodos 1-56 e 1-70, os melhores tratamentos para conversão alimentar foram: Ração basal sem aditivos; 0,2 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático; 0,5 kg t<sup>-1</sup> emulsificante; 0,2 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático e 0,5 kg t<sup>-1</sup> emulsificante. O tratamento com adição de 0,2 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático e 0,5 kg t<sup>-1</sup> emulsificante, se destacou positivamente demonstrando menor consumo de ração, sem afetar o ganho de peso, acarretando melhor conversão alimentar.

Os resultados deste estudo contrastam com Cho et al. <sup>(7)</sup> em estudo realizado com emulsificante e complexo enzimático, não observaram diferenças na conversão alimentar de frangos de corte alimentadas com ração basal. Guerreiro Neto et al. <sup>(1)</sup> utilizando fontes lipídicas, observou maior ganho de peso com a inclusão de emulsificantes. Barbosa et al. <sup>(8)</sup> utilizando complexo enzimático, em rações com base em milho e soja e desbalanço energético, detectaram melhor conversão alimentar em frangos em relação aos tratamentos sem a inclusão de complexo enzimático.

#### *Rendimento de carcaça*

O rendimento de carcaça e cortes nobres representam a porcentagem a ser comercializado, por isso é importante ter este conhecimento. Neste estudo o uso de complexo enzimático e emulsificante isoladamente e em conjunto não interferiram nas porcentagens de rendimento de carcaça de frangos de linhagem caipira. O resultado de rendimento de carcaça corrobora com Dalólio et al. <sup>(6)</sup> utilizando fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase, não influenciaram no rendimento de carcaça das aves. Por outro lado, neste mesmo trabalho Dalólio et al. <sup>(6)</sup> observaram maior rendimento de peito, o que não foi observado na presente pesquisa. As controvérsias nos resultados podem ser explicadas por variações quanto ao tipo e ao nível de suplementação de complexo enzimático, bem como quanto à formulação e à qualidade dos ingredientes da dieta, às interações da ave com o ambiente de criação e ao manejo adotado <sup>(9)</sup>

Ao contrário deste estudo Fonseca et al. <sup>(10)</sup> utilizando emulsificante lecitina de soja obtiveram melhor rendimento de cortes nobres em relação ao tratamento controle. Porém semelhante a presente pesquisa, Kamran et al. <sup>(11)</sup> estudaram níveis de emulsificante em diferentes fontes de lipídicas na dieta de frangos de corte, não observaram influência do rendimento de carcaça, apesar de terem obtido diferenças no desempenho produtivo.

Neste estudo, a utilização de complexo enzimático

e emulsificante isoladamente e em conjunto não interferiu no rendimento de vísceras, concordando com Cho et al. <sup>(7)</sup> que em trabalho realizado com a utilização de emulsificante e complexo enzimático, não observaram diferenças no rendimento de vísceras de frango de corte, alimentadas com ração basal. Fonseca et al. <sup>(10)</sup> estudaram três tipos de emulsificante, inclusive a lecitina de soja, utilizada no presente estudo, também não obtiveram diferenças no rendimento de vísceras. Segundo Zhao et al. <sup>(12)</sup> a inclusão de emulsificante diminui o rendimento de gordura abdominal, porém não aconteceu na presente pesquisa. Corroborando com os encontrados por e Oliveira et al. <sup>(13)</sup>, o qual não verificaram influência no uso de emulsificantes na deposição de gordura na região abdominal das aves.

#### *Morfometria e pH intestinal*

A parede do intestino delgado é constituída por quatro túnicas: mucosa, submucosa, muscular e serosa. A mucosa do intestino delgado possui muitas invaginações microscópicas denominadas vilosidades ou vilos o qual proporcionam aumento na superfície interna do órgão, que é a área de digestão e absorção intestinal <sup>(14)</sup>. A túnica mucosa apresenta também invaginações denominadas criptas que são glândulas tubulares simples, formadas entre a base das vilosidades adjacentes e o epitélio em direção à lâmina própria <sup>(14)</sup>.

O tratamento que apresentou menor profundidade de criptas foi 0,2 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático e com maior profundidade foram os tratamentos de ração basal e com 0,3 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático e 1 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante. Na relação vilosidades/criptas o tratamento que indicou melhor relação foi o com 0,3 kg t<sup>-1</sup> de complexo enzimático e 1 kg t<sup>-1</sup> de emulsificante. Essa relação alta indica circunstâncias ideais para melhor absorção de nutrientes com menor perda de energia utilizada para renovação celular, correspondendo a uma boa saúde intestinal <sup>(15)</sup>.

Os resultados deste estudo concordam com Kubis et al. (2020) utilizando enzima xilanase e emulsificante em dietas a base de trigo, observaram maior profundidade de criptas nos tratamentos que continham a enzima e o emulsificante. Porém, discordando da presente pesquisa Kubis et al. (2020) não observaram diferenças na altura de vilosidades. Por sua vez, Wickramasuriya et al. <sup>(17)</sup> ao utilizarem enzima lipase e emulsificante em frangos de corte, notaram redução na profundidade de criptas no tratamento que foi utilizado somente o emulsificante com controle negativo de energia, aumentando assim a relação vilosidade/cripta.

A absorção de nutrientes depende da integridade funcional das células dos vilos. Pois a altura das vilosidades depende da quantidade de células que a compõem. Dessa forma quanto mais células, maior o

tamanho do vilo, maximizando a área de absorção de nutrientes <sup>(14)</sup>. A variação na eficácia de emulsificantes exógenos pode ser atribuída a muitos fatores, como tipo de gordura, idade da ave, atividade da lipase e equilíbrio hidrofílico-lipofílico. Além de diferenças nas interações entre tipo de gordura dietética e os emulsificantes ou enzimas utilizadas nos experimentos <sup>(17)</sup>.

De acordo Verdal et al.<sup>(18)</sup>, aves com compartimentos gástricos e enzimas digestivas ineficientes possuem maior altura de vilosidades e maior relação vilo: cripta apenas para compensar essa baixa funcionalidade, melhorando os processos absorptivos. O intestino com maior desenvolvimento condiciona melhor absorção e aproveitamento dos nutrientes o que reflete no ganho de peso, contudo isso não ocorreu na presente pesquisa. No duodeno é onde ocorre a emulsificação dos lipídios e hidrólise por meio da lipase pancreática, a adição de complexo enzimático e emulsificante neste estudo não foi capaz de alterar a capacidade de homeostase das aves, o qual permite que os lipídios da digesta ao chegar no intestino encontrem o pH ideal para possibilitar a ação dos emulsificantes e lipases <sup>(19)</sup>, não havendo efeito dos aditivos isoladamente nem sinergicamente para modificar o pH intestinal. Este estudo corrobora com o de Vaz et al. <sup>(9)</sup> ao utilizarem complexo enzimático composto pelas enzimas fitase, protease, xilanase, β-glucanase, celulase, amilase e pectinase, também não obtiveram diferenças no pH de duodeno e cecos.

## Conclusão

A suplementação de rações com níveis de complexo enzimático e emulsificante separadamente não teve efeito positivo sobre as características produtivas das aves. Já combinados no nível 0,2 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático e 0,5 kg t<sup>-1</sup> emulsificante demonstrou efeito positivo sobre as características de desempenho zootécnico. O nível 0,3 kg t<sup>-1</sup> complexo enzimático com 1 kg t<sup>-1</sup> do emulsificante indicou melhor efeito na relação vilosidade e criptas. A adição de complexo enzimático e emulsificante não apresentou efeito sobre o rendimento de carcaça, cortes, vísceras, pH de duodeno e cecos.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Contribuições do autor

*Conceituação:* A. M. do Nascimento e F. A. Gomes; *Análise formal:* A. M. do Nascimento, F. A. Gomes; S. F. da C. Rodrigues, G. A. Pires e C. A. Guato; *Supervisão:* E. M. de Souza e H. J. de Freitas.

## Referências

1. Guerreiro Neto A, Pezzato A, Sartori J, Mori C, Cruz V, Fascina V, et al. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 2011;13(2):119–25. English doi: (<https://doi.org/10.1590/S1516-635X2011000200006>).
2. Duarte B, Café MB, Stringhini JH, Brito, Gonçalves JA, Leonardo P, Silva RD. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*. [Internet]. 2016 [acessado em 25 de outubro de 2021]; 13(1) Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/359>
3. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 2013;22(6):711–28. doi: (<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>)
4. Pelicano L, Alves SP, Borba H, De Souza A, Oba A, et al. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos intestinal mucosa structure and ultrastructure in broilers fed with diets supplemented with different probiotics. *Ciências Veterinárias*. 2003 [cited 2021 oct 25];98(547):125–34. Disponível em: [http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf9\\_2003/547\\_125\\_134.pdf](http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf9_2003/547_125_134.pdf)
5. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*. 2019;Dec;20;37(4):529. doi: (<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>)
6. Dalólio FS, Moreira J, Vaz DP, Albino LFT, Valadares LR, Pires AV, et al. Exogenous enzymes in diets for broilers. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* [Internet]. 2016 [acessado em 26 de outubro de 2021];17;149–61. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/FD7Z9pHqLwmkGj6K5Y-HJs5x/?lang=en>
7. Cho J, Zhao P, Kim IH. Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. *Journal of Agricultural Science*. 2012;4(10):161-168 doi: (<http://dx.doi.org/10.5539/jas.v4n10p161>)
8. Barbosa A, Nilva I, Sakomura K, Aparecida Bonato M, Hauschild L, et al. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. *Ciência Rural*. 2012 [acessado em 26 de outubro de 2021];42(8):1497-1502. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/k64L4FbrPTLp75jp53Jzmk/?format=pdf&lang=pt>
9. Vaz DP, Dalólio FS, Moreira J, Pinheiro SRF, Lara LJC, Valadares LR, et al. Características do trato digestivo, metabolizabilidade e retenção de nutrientes em frangos de corte alimentados com complexo enzimático. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* [Internet] 2020 [acessado em 24 de outubro de 2021];72(1):1069-1074 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/RpqbC4bxRdsKvr8VSsxzQzm/?lang=pt>
10. Fonseca SS da, Silva VC da, Valentim JK, Geraldo A. Efeito da adição de diferentes emulsificantes na dieta sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. *Revista Acadêmica Ciência Animal* [Internet]. 2018. [cited 2021 Maio 17]; 16(0):1–13. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/e16010>.
11. Kamran J, Mehmood S, Mahmud A, Saima. Effect of fat sources and emulsifier levels in broiler diets on performance, nutrient digestibility, and carcass parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science* [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 15];22(1). Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/rbca/a/5wzgDnM4CcgVchLst5rRjHn/?lang=en>

12. Zhao PY, Kim IH. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poultry science* [Internet]. 2017 [acessado em 14 de dezembro de 2019];96(5):1341–1347. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28204735>

13. Oliveira LS de, Balbino EM, Silva TNS, Ily L, Rocha TC da, Strada ES de O, et al. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. *Semina: Ciências Agrárias* [Internet]. 2019 Sep 30 [acessado em 26 de outubro de 2021];40(6):3181-3196. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/sema-grarias/article/viewFile/34926/26141>

14. Fernandes B, Martins M, Mendes A, Milbradt E, Sanfelice C, Martins B, et al. Intestinal integrity and performance of broiler chickens fed a probiotic, a prebiotic, or an organic acid. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 2014;16(4):417–24. doi: (<https://doi.org/10.1590/1516-635X1604417-424>).

15. Qaisrani SN, Moquet PCA, van Krimpen MM, Kwakkel RP, Verstegen MWA, Hendriks WH. Protein source and dietary structure influence growth performance, gut morphology, and hindgut fermentation characteristics in broilers. *Poultry Science* [Internet]. 2014 [acessado em 28 de outubro de

2021];93(12):3053–3064. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119385608>

16. Kubiś M, Kołodziejcki P, Pruszyńska-Oszmałek E, Sassek M, Konieczka P, Górka P, et al. Emulsifier and xylanase can modulate the gut microbiota activity of broiler chickens. *Animals*. 2020;10(12):2197. doi: (<https://doi.org/10.3390/ani10122197>).

17. Wickramasuriya SS, Macelline SP, Cho HM, Hong JS, Park SH, Heo JM. Physiological effects of a tallow-incorporated diet supplemented with an emulsifier and microbial lipases on broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;(22)7. doi: (<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.583998>)

18. Verdal H, Mignon-Grasteau S, Jeulin C, Le Bihan-Duval E, Leconte M, Mallet S, et al. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. *Poultry Science*. 2010;89(9):1955–1961. doi: (<https://doi.org/10.3382/ps.2010-813>).

19. Valentim JK, Garcia RG, Pietramale RTR, Velarde JMDS, Barbosa DK, Castilho VAR de, et al. Aditivos emulsificantes em dietas de aves de produção. *Research, Society and Development* [Internet]. 2020 [acessado em 21 de outubro de 2021];9(3)+. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2567>