

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL FACULDADE DE
AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO DE MATRIZES DE CORTE SUPLEMENTADAS COM β -
MANANASE**

VINÍCIUS RODRIGUES DE QUADROS
Médico Veterinário/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março, 2019.

CIP - Catalogação na Publicação

Quadros, Vinícius Rodrigues de
Desempenho de matrizes de corte suplementadas com
 β -mananase / Vinícius Rodrigues de Quadros. -- 2019.
62 f.
Orientador: Sérgio Luiz Vieira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Matriz de frango de corte. 2. Energia . 3.
 β -mannanase . 4. Produção de ovos. 5. Produção de
pintos. I. Vieira, Sérgio Luiz, orient. II. Título.

Vinicius Rodrigues De Quadros
Médico Veterinário

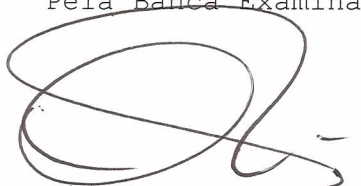
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

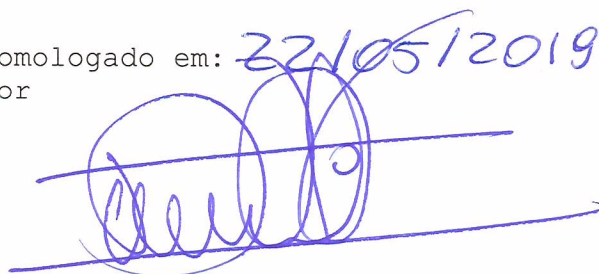
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 28/03/2019
Pela Banca Examinadora



SÉRGIO LUIZ VIEIRA
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

Homologado em: 22/05/2019
Por



DANILO PEDRO STREIT JR.
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



Liris Kindlein
UFRGS



Alex Maiorka
UFPR



Catarina Stefanello
UFSM



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família; meus filhos Joana e Thomás, e em especial a minha esposa Lisiane, pela paciência neste período em que muitas vezes estive ausente. Vocês são muito importantes para mim. Aos meus avós Francisca e Bezildo que por muitas vezes me acolheram em sua casa.

Ao professor Sergio Luiz Vieira pela oportunidade de retornar a UFRGS e ser novamente orientado por ele, agora como mestrando.

Aos colegas do Aviário de Ensino e Pesquisa pelo suporte e paciência. Agradeço a todos mas não poderia de mencionar e agradecer especialmente ao Thiago, Ismael, Elisa e André Neves Mayer.

Ao colega Marcos Kipper por todo o suporte.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFRGS.

Muito obrigado!

DESEMPENHO DE MATRIZES DE CORTE SUPLEMENTADAS COM β -MANANASE¹

Autor: Vinícius Rodrigues de Quadros

Orientador: Sergio Luiz Vieira

Resumo – O estudo foi conduzido para avaliar o efeito da suplementação de β -mananase na dieta e a restrição de energia no desempenho de matrizes de frangos de corte de 25 a 65 semanas. Um total de 672 Fêmeas Cobb 500 foram aleatoriamente distribuídas em quatro tratamentos com oito repetições. As unidades experimentais consistiram de 21 galinhas e 2 machos cada. As dietas à base de milho e farelo de soja e casca de soja foram formuladas de acordo com as recomendações de manejo de matrizes do manual da Cobb SF 2013. Os tratamentos consistiram em três níveis de energia: 2760, 2715 e 2670 kcal / kg de EMA e um quarto tratamento com 2670 kcal / kg de EMA suplementado com 400 g / t de β -mananase. A produção total, percentual e média de ovos, o peso corporal, o peso dos ovos, eclodibilidade dos ovos férteis e o número de pintinhos produzidos por fêmea alojada foram analisados semanalmente e a cada 28 dias, totalizando 10 períodos. Os dados foram analisados pelo procedimento de modelo misto do SAS e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) ou por contraste ($P < 0,05$). A fertilidade e a eclodibilidade dos ovos férteis não foram afetadas pela restrição de energia da dieta e nem pela suplementação de β -mananase. No entanto, o peso dos ovos, o peso dos pintinhos e o peso corporal das galinhas foram significativamente menores ($P < 0,05$) quando o nível de energia na dieta diminuiu, e não foi compensado pelo uso da enzima. A produção percentual e numérica média de ovos e o número de pintos nascidos por ave alojada foi significativamente maior ($P < 0,05$) para os animais que receberam a dieta controle ou com redução de energia com a suplementação enzimática. A restrição de energia dietética imposta pelos tratamentos prejudicou o desempenho das galinhas e a suplementação da enzima β -mananase foi capaz de compensar esta redução.

Palavras chave: produção de ovos, eclodibilidade, enzima, β -mananase , EMA

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (62 p.), Março 2019.

PERFORMANCE OF BROILER BREEDER HENS SUPPLEMENTED WITH B-MANNANASE ¹

Author: Vinícius Rodrigues de Quadros
Advisor: Sergio Luiz Vieira

Abstract - A study was conducted to evaluate the effect of dietary β -mannanase supplementation and energy restriction on broiler breeders' performance from 25 to 65 wk. A total of 672 Cobb 500 hens were randomly assigned to one of four treatments with eight replicates. Experimental units consisted of 21 hens and 2 males each. Corn-soybean meal and soybean hulls based diets were formulated according to Cobb SF breeder management recommendations 2013. Treatments consisted of three energy levels: 2760, 2715 and 2670 kcal/kg AME and a fourth treatment with 2670 kcal/kg AME supplemented with 400g/t of β -mannanase. Total production, percentage and average of eggs, body weight, egg weight, hatchability of fertile eggs and number of chicks produced per female housed were analyzed weekly and every 28 days, totaling 10 periods. Data were analyzed using the mixed model procedure of SAS and means were compared by Tukey test ($P < 0.05$) or contrast ($P < 0.05$). Fertility and hatchability of fertile eggs were not affected by dietary energy restriction or by supplementation of β -mannanase. However, the weight of the eggs, the weight of the chicks and the body weight of the chickens were significantly lower ($P < 0.05$) when the energy level in the diet decreased and was not compensated by the use of the enzyme. The average percentage and numerical production of eggs and the number of chicks born per hen housed was significantly higher ($P < 0.05$) for animals that received the control diet or with energy reduction with enzyme supplementation. The restriction of dietary energy imposed by the treatments impaired the performance of the chickens and the supplementation of the enzyme β -mannanase was able to compensate for this reduction.

Key words: egg production, hatchability, enzyme, β -mannanase, AME.

¹Master of Science dissertation in Animal Science – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (62 p.), March, 2019.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 11 |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| Produção de matrizes pesadas..... | 13 |
| Importância do controle do peso..... | 14 |
| Alimentação restrita | 14 |
| Consumo energia..... | 15 |
| Presença de β -mananos..... | 16 |
| Efeitos negativos dos β -mananos..... | 16 |
| Enzima β -mananase | 17 |
| HIPÓTESES E OBJETIVOS..... | 19 |
| Hipóteses..... | 19 |
| Objetivos | 19 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| Animais e distribuição | 20 |
| Instalações..... | 20 |
| Dietas..... | 20 |
| Ingredientes | 24 |
| Produção das rações | 24 |
| Tratamentos..... | 24 |
| Distribuição das aves..... | 25 |
| Pesagem do lote | 25 |
| Alimentação diária | 25 |
| Registros gerais | 25 |
| Coleta de ovos | 25 |
| Incubação | 26 |
| Registros de incubação..... | 26 |
| Análises estatísticas | 26 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 27 |
| CONCLUSÕES | 49 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 50 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |
| APÊNDICES..... | 56 |
| VITA | 62 |

RELAÇÃO DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Performance de Matrizes Cobb 500 | 13 |
| Tabela 2. Composição das dietas das fêmeas, produção I (25 até 52 semanas de idade) | 20 |
| Tabela 3. Composição das dietas das fêmeas, produção II (53 até 65 semanas de idade) | 22 |
| Tabela 4. Composição da dieta dos machos (25 até 65 semanas de idade) | 23 |
| Tabela 5. Peso das matrizes de 25 as 37 semanas de idade, kg.... | 28 |
| Tabela 6. Peso das matrizes de 41 as 65 semanas de idade, kg.... | 29 |
| Tabela 7. Uniformidade do peso das matrizes de 25 as 37 semanas de idade, CV%..... | 30 |
| Tabela 8. Uniformidade do peso das matrizes de 41 as 65 semanas de idade, CV%..... | 31 |
| Tabela 9. Produção das matrizes por período, %..... | 33 |
| Tabela 10. Número de ovos por fêmea por período, n | 34 |
| Tabela 11. Produção acumulada por fêmeas de 25 a 35 semanas de idade, n..... | 35 |
| Tabela 12. Produção acumulada por fêmeas de 36 a 46 semanas de idade, n..... | 36 |
| Tabela 13. Produção acumulada por fêmeas de 47 a 57 semanas de idade, n..... | 37 |
| Tabela 14. Produção acumulada por fêmeas de 58 a 65 semanas de idade, n..... | 38 |
| Tabela 16. Dados de incubação, %..... | 40 |
| Table 17. Fertilidade, %..... | 41 |
| Tabela 18. Eclosão dos ovos férteis, %..... | 42 |
| Tabela 19. Dados progênie das matrizes | 44 |
| Tabela 20. Peso do pintinho, g | 45 |
| Tabela 21. Comprimento do pintinho, cm | 46 |
| Tabela 22. Peso dos ovos, g | 47 |
| Tabela 23. Número de pintos por ave alojada, n | 48 |

RELAÇÃO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Peso (gramas) semanal matrizes e frangos de corte Cobb 500-Adaptado de Manual de reprodutoras Cobb (Cobb Vantress, 2013) e Manual de frango de corte Cobb (Cobb Vantress, 2018). ... | 14 |
| Figura 2- Produção de ovos de poedeiras (18 a 66 semanas) em função do consumo de energia e proteína. Adaptado de (Leeson & Summers, 2001) | 15 |
| Figura 3: Comparação peso dos tratamentos em relação ao padrão da linhagem para cada idade em semanas. | 27 |
| Figura 4. Vista externa aviário de matrizes de frangos de corte. Estação Experimental Agronômica UFRGS - Eldorado do Sul – RS | 56 |
| Figura 5. Vista interna aviário de matrizes de frangos de corte. Estação Experimental Agronômica UFRGS - Eldorado do Sul – RS | 56 |
| Figura 6. Machos e fêmeas na recepção as 20 semanas de idade. | 57 |
| Figure 7. Boxes Experimentais..... | 57 |
| Figura 8. Ninhos de madeira. Cada box continha 6 ninhos de madeira. Os ovos foram coletados pelo corredor emu na porta traseira dos ninhos. | 58 |
| Figura 9. Coleta de ovos. Disposição das bandejas individuais para cada box..... | 59 |
| Figura 10. Armazenagem de ovos. Temperatura controlada automaticamente por sistema de ar condicionado. | 59 |
| Figura 11. Separação de comedouros de machos e fêmeas | 60 |
| Figura 12. Bandeja de nascimento. | 60 |
| Figura 13. Pintinhos de 1 dia no momento da coleta de dados. | 61 |

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| Arg | Arginina |
| BE | Balanço Eletrolítico |
| BM | β -mananos |
| Ca | Cálcio |
| CA | Conversão alimentar |
| Cl | Cloro |
| EM | Energia Metabolzável |
| EMa | Energia Metabolzável aparente |
| FB | Fibra Bruta |
| Fen | Fenilalanina |
| FIIR | <i>Feed Induced Immune Response</i> – Resposta Imune Induzida pelo Alimento |
| His | Histidina |
| Ile | Isoleucina |
| K | Potássio |
| Leu | Leucina |
| Lis | Lisina |
| Met | Metionina |
| Met+Cis | Metionina + Cisteína |
| Na | Sódio |
| P | Fósforo |
| PB | Proteína Bruta |
| PNA | Polissacarideo Não Amiláceo |
| Treo | Treonina |
| Trip | Triptofano |
| Val | Valina |

INTRODUÇÃO

A performance de matrizes pesadas de frangos de corte é fundamental dentro da cadeia de produção de carne de frangos. É um animal de ciclo longo e que requer cuidados, principalmente no controle do peso, que tem influência no principal objetivo da criação destes animais: a produção de ovos férteis e consequente produção de pintinhos viáveis.

As linhas genéticas disponíveis no mercado ao longo dos anos foram desenvolvidas para alto consumo e ganho de peso. Característica desejada ao frango de corte, mas que pode ser prejudicial à performance das reprodutoras. Os manuais das empresas genéticas especificam os consumos diários de nutrientes, que se fornecidos *ad libitum*, são consumidos acima das necessidades (Argenta *et al.*, 2001). Dentre estes nutrientes, o consumo em excesso de energia, que é armazenada como gordura, resulta em incremento do peso corporal, redução da fertilidade, eclodibilidade e produção de ovos (Pearson & Herron, 1981).

Para este controle, é necessário a restrição alimentar, tanto no período de recria quanto no período de reprodução. Porém, a restrição excessiva pode causar queda na postura (Blair *et al.*, 1976). O fornecimento de dietas com energia reduzida, equivalentes a 94% e 88% dos requerimentos padrão de matrizes pesadas, reduziram a produção de ovos em 16 e 24 ovos/fêmea/alojada respectivamente, além de aumentar o número de fêmeas improdutivas (Attia *et al.*, 1995). Estes mesmos autores encontraram decréscimo na produção de ovos e pintinhos somente após atingir 50% de produção das aves. Demonstrando que a energia mais baixa fornecida até este período pode ser suprida pela reserva corporal. Mas não é suficiente quando a demanda de produção cresce. Demonstrando que o fornecimento adequado de energia para aves em reprodução é imprescindível para o melhor desempenho.

A adequada quantidade de energia fornecida às aves não deve ser feita apenas com a restrição quantitativa da dieta. Os níveis nutricionais devem ser adequados e as dietas não devem ser formuladas com densidades muito altas. Isto se faz necessário para que seja possível fornecer uma quantidade física mínima da ração afim de saciar o consumo diário. Por isto, com a utilização de dietas a base de milho e soja, são utilizadas fontes de fibras, afim de diminuir a densidade das mesmas. O mais comum é a utilização de farelo de trigo ou casca de soja como fonte de fibras.

Os β -mananos (BM), também conhecidos como beta-galactomannanos, são polissacarídeos não amiláceos (PNA) solúveis em água e que não são digeridos por animais não ruminantes. Por compor a parede celular vegetal, esta substância está presente em vários ingredientes utilizados para fabricação de ração, em especial nos grãos de soja (Hsiao *et al.*, 2006). Nas dietas de aves no Brasil, a soja e seus derivados são os ingredientes com maior quantidade de BM em sua composição (farelo de soja de 1 a 1,8% e na casca de soja 6 a 10%).

Os β -mananos também podem ser encontrados na superfície de diversos micro-organismos patogênicos, que são identificados pelo sistema imune animal através do contato com sua superfície. Da mesma forma, os β -mananos auxiliam na ativação do sistema imune inato ou não específico (Duncan *et al.*, 2002). Assim, os β -mananos presentes nos alimentos podem provocar uma ativação cruzada do sistema imune, uma vez que, ele pode identificar os β -

mananos do alimento como sendo de micro-organismos patogênicos (Zhang & Tizard, 1996). Esta reação é conhecida como FIIR (*Feed Induced Immune Response* – Resposta Imune Induzida pelo Alimento). Com a ativação do sistema imune, ocorre a liberação de citocinas que levam a repartição de recursos energéticos, onde parte da energia que seria utilizada para crescimento do animal é desviada para proliferação de células de defesa (Nunes & Malmlöf, 1992). Este processo inflamatório pode ser bastante danoso para saúde intestinal dos animais e conseqüentemente para o seu desempenho.

Uma alternativa prática para manter a convivência saudável dos animais de produção com os β -mananos presentes nas dietas é a destruição parcial ou total desta substância, inclusive possibilitando a utilização de seus nutrientes. No entanto, os β -mananos são resistentes à maioria dos processos químicos e físicos utilizados normalmente na fabricação da ração, até mesmo, exposição à altas temperaturas. Sendo assim, a forma mais prática de quebra destes β -mananos é a utilização de uma enzima específica, a β -mananase. Vários estudos científicos já demonstraram os efeitos benéficos da utilização da enzima β -mananase, Hemicell™, em frangos de corte (Sundu *et al.*, 2006; Zangiabadi & Torki, 2010), poedeiras (Wu *et al.*, 2005), peixes (Ali Zamini *et al.*, 2014), perus (Odetallah *et al.*, 2002); bem como em suínos em fase de creche (Lenehan *et al.*, 2003) ou em crescimento-terminação (Petty *et al.*, 2002; Jacela *et al.*, 2010).

Este trabalho teve o objetivo de gerar informações sobre o efeito da enzima β -mananase (Hemicell™ HT) na performance de matrizes pesadas Cobb 500. Foram utilizadas dietas com 3 níveis de energia e avaliou-se o desempenho produtivo (produção percentual, semanal, por período de 4 semanas e total de ovos, o peso corporal, o peso dos ovos, peso e comprimento dos pintinhos, fertilidade, eclodibilidade e produção de pintos), durante todo o período de produção, 25 até as 65 semanas de idade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Produção de matrizes pesadas

A produção de frangos no Brasil é essencialmente baseada no sistema de integração, onde o produtor recebe os pintinhos de um dia, a ração e a assistência técnica da empresa integradora. As empresas integradoras, em geral, detêm a produção de matrizes de frango para a produção de pintinhos ou, em alguns casos, compra os pintinhos de um dia de empresas especializadas nesta produção. Em ambos os casos, a produção de pintinhos é oriunda da criação de matrizes pesadas para este fim, e é realizada dentro do território nacional.

No Brasil, o alojamento de matrizes vem se mantendo em 50 milhões de matrizes alojadas/ano nos últimos 3 anos, de acordo com os dados do Relatório Anual ABPA (Abpa, 2018). Este número de matrizes alojadas sustenta a necessidade de produção de pintinhos de um dia no Brasil além, de proporcionar a exportação de ovos férteis para outros países.

As matrizes são alojadas com 1 dia de idade e permanecem nos mesmos galpões até atingir a maturidade sexual. Este período é conhecido como recria e normalmente se estende até 20 semanas de idade. Após este período as aves são transferidas para outros galpões e iniciam a fase de produção. Em ambos os sistemas, é necessário o controle do fotoperíodo, do consumo de ração e ganho de peso (Cobb Vantress, 2013). As aves respondem ao fotoperíodo crescente e por isto, o controle do mesmo aliado ao adequado ganho de peso, garantem que ave possa desenvolver toda a sua estrutura óssea, muscular e reprodutiva. Desta forma, iniciando a reprodução no momento mais adequado para garantir o atingimento e manutenção dos parâmetros de produção.

Podemos observar na tabela 1 os principais parâmetros potenciais da produção de matrizes da linhagem Cobb 500. Na produção de matrizes busca-se a maior produção de pintinhos viáveis que dependem de um maior número de ovos férteis e com uma ótima taxa de eclosão.

Tabela 1. Performance de Matrizes Cobb 500

| | |
|-------------------------------|-------|
| Idade (semanas) | 65 |
| Total ovos/fêmea alojada | 179 |
| Ovos incubáveis/fêmea alojada | 174,1 |
| Eclosão acumulada | 84,6% |
| Pintinhos/fêmea alojada | 147,2 |

Adaptado de Manual de reprodutoras Cobb (Cobb Vantress, 2013)

As aves domésticas como o frango são muito influenciados pela luz. Estes efeitos são importantes na coordenação do ciclo anual e diário de produção. A aves tem um ciclo circadiano endógeno de 24 horas. Mudanças na duração do dia provocam profundas mudanças no ciclo reprodutivo, afetando a produção de ovos.

As linhagens de frango de corte ao longo dos anos foram desenvolvidas para produzir uma ave com alto consumo, ganho de peso e deposição rápida de tecido muscular. Enquanto as poedeiras leves, selecionadas para a maior produção de ovos com um peso de carcaça e consumo de alimento significativamente menores. A matriz pesada tem que

juntar a características destas duas aves: crescer de forma rápida e reproduzir eficientemente (Robinson *et al.*, 2003).

Importância do controle do peso

Os manuais das empresas genéticas especificam os consumos diários de nutrientes, que se fornecidos *ad libitum*, são consumidos acima das necessidades (Argenta *et al.*, 2001). O controle do ganho de peso é essencial para as reprodutoras. Estas aves tem um potencial genético muito grande de ganho de peso. Na Figura 1 pode ser observada a diferença de peso que os manuais orientam para matrizes e o potencial de frangos de corte nas mesmas semanas de idade. A partir da primeira semana de idade as matrizes devem ter seu ganho de peso restrito comparado ao frango de corte. Esta diferença se faz em função da matriz ser mantida em produção até as 65 semanas, enquanto o frango de corte tem seu ciclo médio no Brasil até 7 semanas (idade em que geralmente é abatido). Nesta idade, um frango de corte fêmea pode atingir 3.342 g enquanto a matriz deve estar com um peso de 850 g.

O controle do ganho de peso na fase de recria é necessário para o adequando desenvolvimento corporal e posteriormente reprodutivo. Altas taxas de ganho de peso podem acelerar o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos antes mesmo do total desenvolvimento corporal (muscular e ósseo) (Cobb Vantress, 2013). O desenvolvimento corporal será importante futuramente para a cópula, estrutura para postura, manutenção e sobrevivência desta ave.

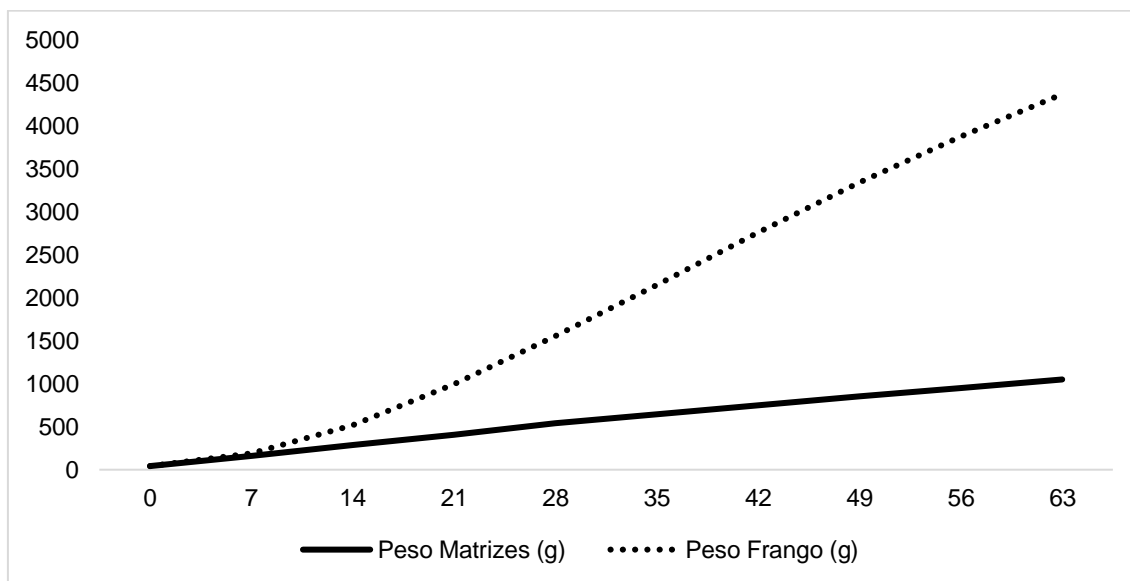


Figura 1. Peso (gramas) semanal matrizes e frangos de corte Cobb 500- Adaptado de Manual de reprodutoras Cobb (Cobb Vantress, 2013) e Manual de frango de corte Cobb (Cobb Vantress, 2018).

Alimentação restrita

A restrição alimentar se faz necessária na produção de matrizes para controle do peso. Mas em excesso, pode prejudicar a produção de ovos. (Fattori *et al.*, 1991) ao restringir as dietas de matrizes em 8%, 16% e 24% abaixo da recomendação da linhagem, observaram atraso no início de postura e pico de produção, além de redução no ganho de peso. Quando a dieta foi fornecida acima da quantidade recomendada, estes parâmetros se inverteram (maior ganho de peso e entrada antecipada em produção). (Spratt & Leeson, 1987)

trabalharam com 3 diferentes níveis de energia e 2 diferentes níveis de proteína e concluíram que o nível médio de energia e menor de proteína produziram resultados melhores.

A adequada quantidade de energia fornecida às aves não deve ser feita apenas com a restrição quantitativa da dieta. Os níveis nutricionais devem ser adequados e as dietas não devem ser formuladas com densidades muito altas. Isto se faz necessário para que seja possível fornecer uma quantidade física mínima da ração afim de saciar o consumo diário. Por isto, com a utilização de dietas a base de milho e soja, são utilizadas fontes de fibras, afim de diminuir a densidade das mesmas. O mais comum é a utilização de farelo de trigo ou casca de soja como fonte de fibras.

Consumo energia

O excesso de energia é armazenado como gordura, que resulta em aumento do peso corporal e redução na fertilidade e eclodibilidade (Pearson & Herron, 1981). Excesso de peso corporal em matrizes de corte é negativamente correlacionado com a produção de ovos de galinha, fertilidade, eclodibilidade, e qualidade da casca do ovo (Mcdaniel *et al.*, 1981). (Pearson & Herron, 1980) recomendaram que o controle do peso corporal durante a produção de ovos seja considerado como um critério para avaliar o adequado do consumo de energia. Porém, a energia na quantidade adequada tem papel fundamental na produção de ovos. (Leeson & Summers, 2001) demonstraram que a produção de ovos em poedeiras de 18 a 66 semanas tem correlação positiva com o consumo de energia (Figura 2). Conforme há redução no consumo de energia, há redução na produção de ovos. Porém, em relação a redução da proteína, não há uma correlação tão forte. É necessária uma redução bastante brusca na proteína para que haja redução na produção de ovos. O entendimento desta relação do consumo de energia com a produção de ovos é muito importante pois, na criação de aves reprodutoras, necessitamos restringir o seu consumo com a intenção de segurar o ganho de peso. Mas é necessário ter muito cuidado para não restringir o consumo de energia demasiadamente e assim, reduzir a produção de ovos em função da falta de energia.

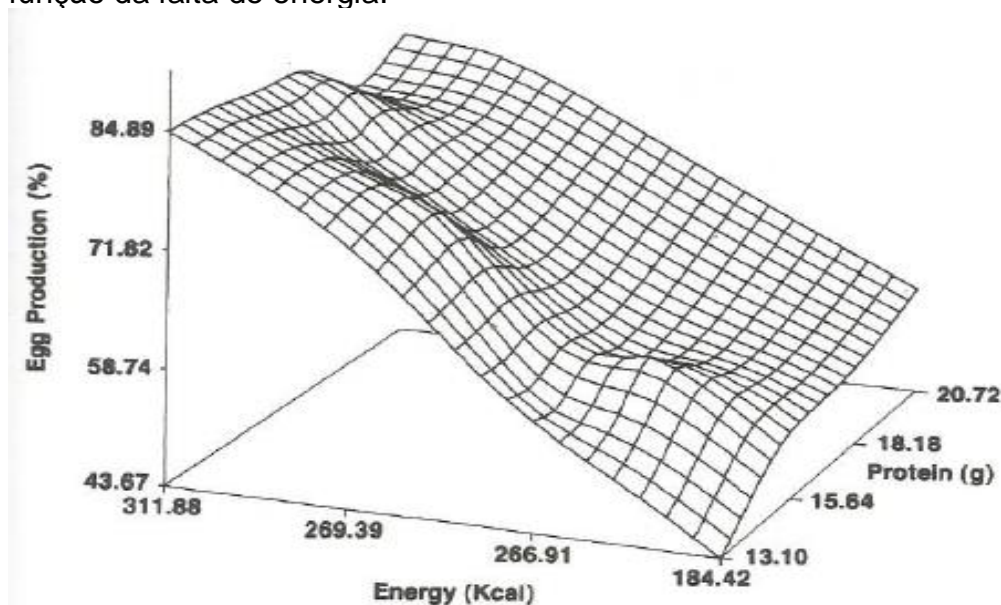


Figura 2- Produção de ovos de poedeiras (18 a 66 semanas) em função do consumo de energia e proteína. Adaptado de (Leeson & Summers, 2001)

Presença de β -mananos

Alguns ingredientes utilizados em dietas de aves contêm polissacarídeos não amiláceos (PNA), carboidratos indigestíveis para as aves. O farelo de soja é uma fonte de proteína vegetal que contém 3% de PNA solúvel e 16% de PNA insolúvel (Irish & Balnave, 1993), consistindo principalmente de β -mananos (1 a 1,2%) e β -galactomananos (1,6 a 1,8%) (Hsiao *et al.*, 2006; Slominski, 2011; Kogut, 2017) e a casca de soja pode conter entre 6 a 10% de β -mananos (Hsiao *et al.*, 2006).

O β -manano é um polissacarídeo com repetidas unidades de manose contendo ramificações laterais de galactose e / ou glicose (Carpita & Mccann, 2000; Hsiao *et al.*, 2006). São comumente presentes em uma ampla variedade de alimentos e têm sido descritos como um dos principais fatores antinutricionais para animais não-ruminantes (Bertechini, 2013). Estão associados a efeitos negativos em suínos e aves, como aumento da viscosidade intestinal e diminuição da digestibilidade de nutrientes (Shastak *et al.*, 2015). Apesar de serem encontrados naturalmente em substâncias não patogênicas, esses compostos podem ativar o sistema imune inato (Aderem & Ulevitch, 2000; Gharaei *et al.*, 2012). Assim, a resposta induzida pela BM pode interferir no desempenho animal, pois a energia é direcionada para a ativação do sistema imune, reação conhecida como FIIR (Sato *et al.*, 2009).

Efeitos negativos dos β -mananos

Embora o conteúdo de β -mananos esteja em concentrações relativamente baixas nas dietas, é um fator que gera preocupação para nutricionistas devido às suas propriedades anti-nutritivas. Os β -mananos também podem ser encontrados na superfície de diversos micro-organismos patogênicos, que são identificados pelo sistema imune animal através do contato com sua superfície. Da mesma forma, os β -mananos auxiliam na ativação do sistema imune inato ou não específico (Duncan *et al.*, 2002). Assim, os β -mananos presentes nos alimentos podem provocar uma ativação cruzada do sistema imune, uma vez que, ele pode identificar os β -mananos do alimento como sendo de micro-organismos patogênicos (Zhang & Tizard, 1996). Com a ativação do sistema imune, ocorre a liberação de citocinas que levam a repartição de recursos energéticos, onde parte da energia que seria utilizada para crescimento do animal é desviada para proliferação de células de defesa (Nunes & Malmlöf, 1992). Este processo inflamatório pode ser bastante danoso para saúde intestinal dos animais e conseqüentemente para o seu desempenho.

Além do sistema imune inato, os β -mananos também atuam diretamente sobre a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, no desempenho dos animais. Redução na absorção de nutrientes, alterações na liberação de hormônios e modificação no tempo de trânsito intestinal foram observadas em decorrência da ação dos β -mananos (Nunes & Malmlöf, 1992). A redução na absorção de nutrientes ocorre provavelmente devido a interação dos β -mananos com a glicocalix (espécie de muco sobre a mucosa intestinal) que leva ao espessamento da camada de muco e impede fisicamente a absorção. Assim, uma maior disponibilidade de nutrientes não absorvidos dentro do lúmen intestinal acaba por criar um ambiente favorável para a proliferação de micro-organismos patogênicos ou não. Dentre os não patogênicos, pode ocorrer a multiplicação de organismos que degradam sais biliares, levando a redução na

taxa de absorção de gordura e aminoácidos (Smits *et al.*, 1998). Em frangos de corte criados sobre camas, o acréscimo no percentual de água da excreta (devido a maior viscosidade) causa aumento na ocorrência de calos de patas. De maneira geral, todos estes fatores combinados levam a obtenção de lotes desuniformes, especialmente se os animais já apresentarem algum problema sanitário.

Uma alternativa prática para manter a convivência saudável dos animais de produção com os β -mananos presentes nas dietas é a destruição parcial ou total desta substância, inclusive possibilitando a utilização de seus nutrientes. No entanto, os β -mananos são resistentes à maioria dos processos químicos e físicos utilizados normalmente na fabricação da ração, até mesmo, exposição à altas temperaturas. Ruminantes são pouco ou não são afetados pelos β -mananos normalmente presentes na sua alimentação. Isso ocorre, pois os micro-organismos naturais da sua flora ruminal possuem a habilidade de metabolizar esta substância. Assim sendo, uma solução para criação de não ruminantes seria a utilização de micro-organismos que quebrem os β -mananos, ou de forma mais prática, utilizar enzimas extraídas destes organismos.

Enzima β -mananase

A suplementação na dieta com β -mananase exógena pode ser uma alternativa para lidar com os efeitos adversos dos β -mananos. Mecanismos positivos associados à suplementação com β -mananase incluem os efeitos sobre a imunidade, liberação de fontes de energia e modificação da viscosidade do substrato no lúmen do intestino, o que pode afetar a disponibilidade de nutrientes (Li *et al.*, 2010; Mehri *et al.*, 2010).

Especificamente, a β -mananase atua sobre os β -mananos, quebrando os mesmos, resultando em moléculas menores (β -manano-oligossarídeos) que parecem não ativar mais as rotas de inflamação (Arsenault *et al.*, 2017). A inclusão de β -mananase em dietas de frangos de corte tem mostrado aumentar a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e o ganho de peso, e melhorar a conversão alimentar (Daskiran *et al.*, 2004; Jackson *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005; Zangiabadi & Toriki, 2010).

A utilização da enzima exógena β -mananase também auxilia na redução da viscosidade da digesta podendo melhorar a retenção de nutrientes em dietas com alto nível de fibra. Em aves, a quebra dos β -mananos parece ocorrer mais rapidamente o que acaba auxiliando tanto na absorção de nutrientes dos próprios β -mananos como na redução do grau de umidade da excreta (Almirall *et al.*, 1995). A redução na viscosidade das fezes também é observada em suínos. Além disso, estudos prévios indicam que a presença do β -mananase pode estimular a atividade de outras enzimas digestivas como tripsina e amilases, melhorando a digestão e absorção de nutrientes em aves e suínos (Li *et al.*, 2010). Por fim, vale lembrar que a β -mananase reduz o efeito dos β -mananos sobre o sistema imune, reduzindo a inflamação intestinal e poupando nutrientes para o crescimento do animal. Por estas razões, a β -mananase pode ser considerada uma ferramenta importante para a busca de ganhos produtivos e econômicos, através da melhoria da saúde intestinal, inclusive com a redução da energia da dieta.

A enzima utilizada no experimento foi a Hemicell™ HT, uma enzima (beta-mananase) patenteada, obtida da fermentação do *Paenibacillus lentus* com ação específica sobre os β -mananos. Vários estudos científicos já

demonstraram os efeitos benéficos da utilização de Hemicell™ em frangos de corte (Sundu *et al.*, 2006; Zangiabadi & Toriki, 2010), poedeiras (Wu *et al.*, 2005), peixes (Ali Zamini *et al.*, 2014), perus (Odetallah *et al.*, 2002); bem como em suínos em fase de creche (Lenehan *et al.*, 2003) ou em crescimento-terminação (Petty *et al.*, 2002; Jacela *et al.*, 2010).

HIPÓTESES E OBJETIVOS

Hipóteses

A restrição de energia da dieta pode influenciar o desempenho reprodutivo das matrizes: número de ovos, eclosão, fertilidade, número de pintos.

A adição da enzima β -mananase pode reduzir os efeitos negativos provocados pela presença de BM na dieta e compensar a redução da energia.

Objetivos

Avaliar o efeito da restrição de energia e da suplementação de β -mananase na dieta sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte de 25 a 65 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e distribuição

Seiscentos e setenta e duas matrizes de frangos de corte Cobb 500 de empenamento lento e 64 galos de Cobb foram distribuídos aleatoriamente em 32 boxes. Cada unidade experimental foi composta por 21 galinhas e 2 galos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos de 8 repetições cada. Trinta e dois galos foram criados separados para eventual necessidade de substituição. O experimento durou da semana 25 até a semana 65 da idade da ave.

Instalações

Os boxes experimentais tinham 5 m² de largura, piso de concreto com cama de casca de arroz, divisórias de madeira com grade de plástico, exaustores e nebulizadores, cortinas laterais, bebedouros tipo nipple e comedouros separados para machos e fêmeas. Cada box estava equipado com 6 ninhos de madeira utilizando como cama a casca de arroz. A temperatura máxima e mínima e a umidade foram medidas e registradas diariamente. Os animais foram monitorados e quaisquer anormalidades registradas e tratadas, se necessário. O manejo geral foi praticado de acordo com o Manual de Manejo de Reprodutoras de Frangos de Corte da Cobb (Cobb Vantress, 2013). O programa de iluminação foi definido em 16 horas de luz diária. A água foi fornecida *ad libitum* e alimentação de forma controlada, uma vez ao dia, de acordo com a produção de ovos e peso corporal. A temperatura ambiente era controlada pelo uso de nebulizadores, exaustores e cortinas.

Dietas

As dietas à base de milho e farelo de soja foram fornecidas na forma farelada e formuladas para atingir as recomendações nutricionais do guia de reprodução da linhagem. A casca de soja foi incluída como uma fonte de fibra na dieta. A enzima β -mananase (Hemicell HT™) foi adicionada à dieta das fêmeas (400 g/t) durante todo o período experimental. A dieta dos machos estava ausente da inclusão enzimática e não distinguiu entre os tratamentos. As dietas foram formuladas da seguinte forma (Tabela 2, 3 e 4):

Tabela 2. Composição das dietas das fêmeas, produção I (25 até 52 semanas de idade)

| Ingredientes | Controle ¹ | -45 kcal/kg ² | - 90 kcal/kg ³ | - 90 kcal/kg + β -mananase ⁴ |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| Milho | 61.97 | 60.26 | 58.51 | 58.51 |
| Farelo de soja, 46% | 20.70 | 20.40 | 20.10 | 20.10 |
| Casca de soja | 7.10 | 9.10 | 11.10 | 11.10 |
| Óleo de soja | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| Calcáreo grosso | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 |
| Fosfato Bicálcico | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Bicarbonato de sódio | 0.275 | 0.275 | 0.275 | 0.275 |
| Sal comum | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Premix Vitamínico ⁵ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Premix Mineral ⁵ | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

Continuação Tabela 2. Composição das dietas das fêmeas, produção I (25 até 52 semanas de idade)

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Cloreto de colina, 60% | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Metionina hidroxí-análogo, 88% | 0.165 | 0.17 | 0.175 | 0.175 |
| L-triptofano, 99% | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.015 |
| Tilosina ⁶ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Caulin | - | - | 0.04 | - |
| B-mananase ⁷ | - | - | - | 0.04 |
| Nutrientes e energia, % ou como descrito | | | | |
| EM, kcal/kg | 2760 | 2715 | 2670 | 2670 |
| PB | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 |
| FB | 4.49 | 5.10 | 5.71 | 5.71 |
| Ca | 2.86 | 2.86 | 2.86 | 2.86 |
| P disponível | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| Met ² | 0.36 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Met+Cis | 0.57 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Lis | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Treo | 0.54 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |
| Trip | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 |
| Val | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| Arg | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| His | 0.38 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| Ile | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |
| Leu | 1.27 | 1.25 | 1.24 | 1.24 |
| Fen | 0.70 | 0.69 | 0.69 | 0.69 |
| Na | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| Cl | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |
| K | 0.64 | 0.66 | 0.67 | 0.67 |
| BE, mEq/kg | 187 | 190 | 194 | 194 |
| Ácido linolênico | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| Colina, ppm | 1420 | 1420 | 1420 | 1420 |
| Met+Cis : Lis ² | 0.81 | 0.81 | 0.80 | 0.80 |
| Treo : Lis | 0.77 | 0.77 | 0.76 | 0.76 |
| Trp : Lis | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Val : Lis | 0.91 | 0.92 | 0.91 | 0.91 |
| Arg : Lis | 1.31 | 1.32 | 1.32 | 1.32 |
| His : Lis | 0.54 | 0.54 | 0.53 | 0.53 |
| Ile : Lis | 0.81 | 0.82 | 0.82 | 0.82 |
| Leu : Lis | 1.81 | 1.80 | 1.78 | 1.78 |
| Fen : Lis | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ O premix vitamínico e mineral forneceu as seguintes concentrações por quilograma de dieta: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E, 100 UI; vitamina C, 50 mg; vitamina K₃, 6 mg; vitamina B12, 35 μ g; tiamina, 3 mg; riboflavina, 15 mg; vitamina B6, 6 mg; niacina, 40 mg; ácido pantotênico, 25 mg; ácido fólico, 4 mg; biotina, 0.3 mg; selênio, 0.3 mg; ferro, 55 mg; zinco, 110 mg; cobre, 15 mg; iodo, 2 mg; manganês, 120

mg.²AA na base digestível. ⁶ A tilosina utilizada foi Tylan™ e ⁷ a β-mananase foi Hemicell HT™, ambos da empresa Elanco Animal Health.

Tabela 3. Composição das dietas das fêmeas, produção II (53 até 65 semanas de idade)

| Ingredientes | Controle ¹ | -45 kcal/kg ² | - 90 kcal/kg ³ | - 90 kcal/kg + β-mananase ⁴ |
|--|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| Milho | 66.23 | 64.51 | 62.79 | 62.79 |
| Farelo de soja, 46% | 18.34 | 17.99 | 17.66 | 17.66 |
| Casca de soja | 5.79 | 7.88 | 9.91 | 9.91 |
| Calcáreo grosso | 7.06 | 7.03 | 7.01 | 7.01 |
| Fosfato bicálcico | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 |
| Bicarbonato de sódio | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| Sal comum | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| Premix Vitamínico ⁵ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Premix Mineral ⁵ | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Cloreto de colina, 60% | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| Metionina hydroxi- análogo, 88% | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| L-Triptofano, 99% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Tilosina ⁶ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Caulin | - | - | 0.04 | - |
| B-mananase ⁷ | - | - | - | 0.04 |
| Nutrientes e energia, % ou como descrito | | | | |
| EM, kcal/kg | 2750 | 2705 | 2660 | 2660 |
| PB | 14.4 | 14.4 | 14.4 | 14.4 |
| FB | 4.01 | 4.65 | 5.26 | 5.26 |
| Ca | 3.08 | 3.08 | 3.08 | 3.08 |
| P disponível | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| Met ² | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.34 |
| Met+Cis | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| Lis | 0.64 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Treo | 0.49 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| Trip | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Val | 0.61 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Arg | 0.85 | 0.85 | 0.84 | 0.84 |
| His | 0.36 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Ile | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |
| Leu | 1.22 | 1.21 | 1.19 | 1.19 |
| Fen | 0.65 | 0.65 | 0.64 | 0.64 |
| Na | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Cl | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.22 |
| K | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.62 |
| DEB, mEq/kg | 176 | 179 | 183 | 183 |
| Ácido linolênico | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.51 |
| Colina, ppm | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Met+Cis : Lis ² | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| Treo : Lis | 0.76 | 0.76 | 0.75 | 0.75 |

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Trip : Lis | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Continuação Tabela 3. Composição das dietas das fêmeas, produção II (53 até 65 semanas de idade) | | | | |
| Val : Lis | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 0.94 |
| Arg : Lis | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 |
| His : Lis | 0.56 | 0.56 | 0.55 | 0.55 |
| Ile : Lis | 0.84 | 0.84 | 0.83 | 0.83 |
| Leu : Lis | 1.92 | 1.90 | 1.88 | 1.88 |
| Fen : Lis | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.01 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ O premix vitamínico e mineral forneceu as seguintes concentrações por quilograma de dieta: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E, 100 UI; vitamina C, 50 mg; vitamina K₃, 6 mg; vitamina B12, 35 μ g; tiamina, 3 mg; riboflavina, 15 mg; vitamina B6, 6 mg; niacina, 40 mg; ácido pantotênico, 25 mg; ácido fólico, 4 mg; biotina, 0.3 mg; selênio, 0.3 mg; ferro, 55 mg; zinco, 110 mg; cobre, 15 mg; iodo, 2 mg; manganês, 120 mg.²AA na base digestível. ⁶ A tilosina utilizada foi Tylan™ e ⁷ a β -mananase foi Hemicell HT™, ambos da empresa Elanco Animal Health.

Tabela 4. Composição da dieta dos machos (25 até 65 semanas de idade)

| Ingredientes | Dieta |
|--|-------|
| Milho | 63.18 |
| Farelo de soja, 46% | 15.03 |
| Casca de soja | 17.39 |
| Óleo de soja | 0.05 |
| Calcáreo | 1.21 |
| Fosfato Bicálcico | 1.88 |
| Bicarbonato de sódio | 0.29 |
| Sal comum | 0.29 |
| Premix Vitamínico ¹ | 0.10 |
| Premix Mineral ¹ | 0.10 |
| Cloreto de colina, 60% | 0.13 |
| Metionina hidroxí-análogo, 88% | 0.18 |
| L-Treonina, 98% | 0.11 |
| L-Triptofano, 99% | 0.01 |
| Tilosina ² | 0.05 |
| Nutrientes e energia, % ou como descrito | |
| EM, kcal/kg | 2700 |
| PB | 14.37 |
| FB | 7.58 |
| Ca | 1.00 |
| P disponível | 0.45 |
| Met ² | 0.35 |
| Met+Cis | 0.54 |
| Lis | 0.61 |
| Treo | 0.56 |
| Trip | 0.14 |
| Val | 0.57 |

Arg 0.81
 Continuação Tabela 4. Composição da dieta dos machos (25 até 65 semanas de idade)

| | |
|----------------------------|------|
| His | 0.33 |
| Ile | 0.50 |
| Leu | 1.16 |
| Fen | 0.61 |
| Na | 0.21 |
| Cl | 0.24 |
| K | 0.66 |
| BE, mEq/kg | 193 |
| Ácido linolênico | 1.64 |
| Colina, ppm | 1470 |
| Met+Cis : Lis ² | 0.89 |
| Treo : Lis | 0.92 |
| Trip : Lis | 0.23 |
| Val : Lis | 0.95 |
| Arg : Lis | 1.34 |
| His : Lis | 0.55 |
| Ile : Lis | 0.83 |
| Leu : Lis | 1.91 |
| Fen : Lis | 1.01 |

¹ O premix vitamínico e mineral forneceu as seguintes concentrações por quilograma de dieta: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E, 100 UI; vitamina C, 50 mg; vitamina K₃, 6 mg; vitamina B12, 35 µg; tiamina, 3 mg; riboflavina, 15 mg; vitamina B6, 6 mg; niacina, 40 mg; ácido pantotênico, 25 mg; ácido fólico, 4 mg; biotina, 0.3 mg; selênio, 0.3 mg; ferro, 55 mg; zinco, 110mg; cobre, 15mg; iodo, 2 mg; manganês, 120mg.²AA na base digestível. ² A tilosina utilizada foi Tylan™ da empresa Elanco Animal Health.

Ingredientes

Todos os ingredientes foram obtidos de indústria local e estocados em condições adequadas na fábrica de rações. A casca de soja utilizada foi tostada, não crua.

Produção das rações

As dietas foram produzidas na forma farelada em um misturador horizontal com capacidade de 500 kg, sempre usando sua capacidade total. As batidas foram de 5 minutos de duração, mais 3 minutos de descarga. Amostras de cada lote foram retiradas e armazenadas a -20 °C. Os tratamentos sem inclusão enzimática foram sempre fabricados primeiro que aqueles com inclusão enzimática, evitando contaminação cruzada.

Tratamentos

O experimento consistiu de 4 tratamentos de 8 repetições cada, 21 galinhas e 2 galos por repetição. As dietas de machos e fêmeas foram diferenciadas de acordo com a exigência de cada categoria. As dietas dos machos não incluíram a enzima ou qualquer tratamento diferente. Os machos não foram alvo deste experimento. As dietas foram formuladas de acordo com o Manual de suplemento para manejo de reprodutoras Cobb 500 (Cobb Vantress, 2013). Os tratamentos consistiram em 3 níveis de energia: 2760, 2715 e 2670

kcal/kg de EMA e um 4 tratamento com 2670 kcal/kg de EMA suplementado com 400 g/t da enzima β -mananase.

Resumo dos tratamentos:

T1 (Controle): Recomendação EM da linhagem

T2: T1 - 45 kcal/kg

T3: T1 - 90 kcal/kg

T4: T1 – 90 kcal/kg + 400 g/t de β -mananase

Distribuição das aves

As aves vieram recriadas com 20 semanas de idade, oriundas de agroindústria local e todas classificadas na categoria de peso médio. Após as 3 semanas de adaptação. Antes do início da dieta experimental, as 24 semanas de idade, todas as aves foram pesadas para calcular o peso médio do lote. As galinhas foram então classificadas como pesadas (25%), médias (50%) e leves (25%) de acordo com o padrão de classificação recomendado pela linhagem. Para compor a unidade experimental, 5 galinhas pesadas, 11 de peso médio e 5 de peso leve foram coletadas e distribuídas no mesmo box. Assim, o peso médio de todas os boxes ficou equalizado.

Pesagem do lote

As aves eram pesadas individualmente a cada sexta-feira à tarde, após a alimentação. Todas as aves foram pesadas semanalmente até 29 semanas de idade. De 30 a 65 semanas, a pesagem total foi realizada uma vez por mês e uma pesagem amostral foi realizada semanal para evitar lesões nos animais.

Alimentação diária

O alimento era fornecido uma vez ao dia as 7 horas da manhã de acordo com o guia de recomendação da linhagem. A quantidade de alimento por ave/dia era calculada de acordo com o peso corporal e produção de ovos.

Registros gerais

Um registro de mortalidade, canibalismo e prolapso de cloaca foi mantido. As aves feridas foram retiradas do estudo e tratadas separadamente. A temperatura e a umidade do ar foram registradas diariamente.

Coleta de ovos

Os ovos foram coletados quatro vezes ao dia, às 08h30, 11h00, 14h00 e 16h30. Ovos de ninho e de cama foram coletados separadamente. Após cada coleta, os ovos foram limpos a seco e dispostos em bandejas de plástico. No final do dia todos os ovos foram colocados dentro de uma câmara de fumigação com paraformaldeído pó durante a noite a uma concentração de 5 g/m³. Na manhã seguinte, a câmara foi ventilada durante uma hora e os ovos foram transferidos para bandejas de ovos de papelão e colocados em uma sala de armazenamento com temperatura controlada (18°C). Os ovos foram colocados em todos os momentos em bandejas com a câmara de ar para cima. O número total de ovos por box, bem como ovos trincados, casca mole, deformados e duas gemas também foram registrados.

Incubação

Apenas ovos de ninhos foram incubados. Os ovos foram coletados de cada box durante três dias anteriores a cada incubação, a fim de obter uma quantidade adequada de ovos. Foram realizadas incubações a cada 4 semanas (29, 33, 37, 41, 45, 49, 53, 57, 61 e 65 semanas). Os ovos foram incubados em uma incubadora automática CASP® com capacidade para 3.600 ovos. A temperatura e a umidade foram fixadas em 37,5°C e 60%, respectivamente, durante os primeiros 18 dias de incubação. Considerando que os últimos três dias de incubação foram fixados em 37,0°C e 80%, respectivamente. A transferência de ovos foi feita no 18º dia e os pintos eclodiram no 21º dia. O embrio-diagnóstico e o número de ovos e pintos não eclodidos foi realizado após 504 horas de incubação.

Registros de incubação

A temperatura e a umidade foram controladas automaticamente pela máquina e verificadas diariamente quanto a anormalidades. Depois de eclodidos, os pintos foram contados, pesados e medidos em comprimento. Os ovos não eclodidos foram contados e quebrados para determinar o diagnóstico embrionário, bem como para determinar infertilidade e taxa de contaminação.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo programa SAS®, 2009, pelo procedimento MIXED, em delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas. O procedimento foi conduzido com dieta de efeito fixo, período de efeito repetido e interação dieta versus período. As médias foram separadas pelas diferenças pareadas da opção de médias quadráticas mínimas quando ocorreu o efeito principal significativo dentro ou entre as idades (teste TUKEY P <0,05).

Os dados também foram analisados pelo procedimento GLM, em delineamento de blocos inteiramente casualizados por contrastes (F <0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a redução da energia da dieta, houve redução do peso das aves, em função das mesmas estarem recebendo energia abaixo das necessidades para a fase de reprodução (tabelas 5 e 6). Assim como esperado, nas primeiras semanas não houve diferença de peso em função das aves estarem iniciando a produção de ovos e o pico de produção ainda não ter sido atingido. Além das aves possuírem reservas corporais suficientes para suprir suas necessidades temporariamente. (Spratt & Leeson, 1987) também observaram redução de peso das aves quando alimentadas com níveis de energia abaixo da recomendação.

No gráfico 3 podemos comparar o peso das aves de cada tratamento ao longo de todo o experimento em comparação ao peso padrão da linhagem nas mesmas semanas. A partir das 29 semanas de idade, o peso das aves de todos os tratamentos foi maior que o peso padrão da linhagem para a idade. Este ganho de peso pode estar relacionado com sobra de energia da dieta a partir desta idade, e pode ter impactado a produção de ovos.

Nas tabelas 5 e 6 podemos observar que as aves que receberam a dieta controle, tiveram um peso vivo médio significativamente mais alto ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos com redução de -90 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg+ β -mananase a partir das 33 semanas de idade. O tratamento com redução de -45 Kcal/Kg não diferenciou significativamente dos demais tratamentos. Ao final do experimento, 65 semanas de idade (tabela 6), o peso vivo do tratamento controle foi 4,02 Kg, diferenciando significativamente ($P < 0,05$) dos tratamentos com redução de -90 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg+ β -mananase, que tiveram pesos de 3,84 Kg e 3,83Kg, respectivamente. O tratamento com redução de -45 Kcal/Kg pesou 3,96 Kg e não diferenciou significativamente do tratamento controle e dos tratamentos com 90Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg+ β -mananase.

As tabelas 7 e 8 mostram o CV dos pesos. Esperava-se que as aves alimentadas com a enzima β -mananase pudessem mostrar um menor CV de peso em relação aos demais tratamentos. Porém, apenas as 26 semanas em análise por contraste na tabela 7, o tratamento - 90kcal teve uma uniformidade do peso menor (CV mais alto) em comparação ao controle ($P < 0,05$).

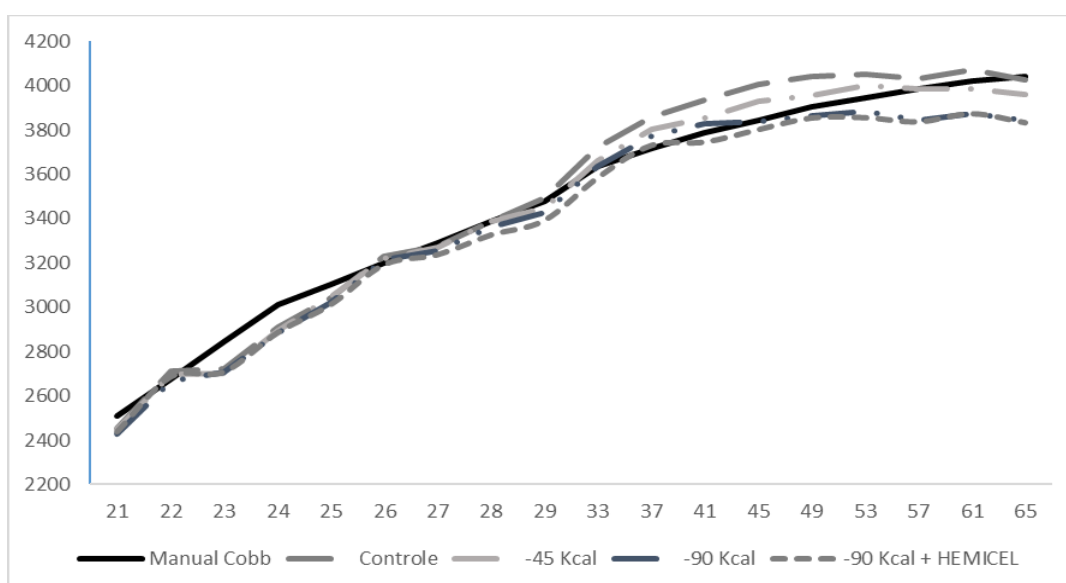


Figura 3: Comparação peso dos tratamentos em relação ao padrão da linhagem para cada idade em semanas.

Tabela 5. Peso das matrizes de 25 as 37 semanas de idade, kg

| Item | Semana | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 33 | 37 |
| Dieta | | | | | | | |
| Controle ¹ | 3.04 | 3.23 | 3.28 | 3.39 | 3.49 | 3.72 a | 3.86 a |
| - 45kcal ² | 3.04 | 3.22 | 3.27 | 3.38 | 3.44 | 3.66 ab | 3.80 ab |
| - 90 kcal ³ | 3.02 | 3.22 | 3.25 | 3.36 | 3.42 | 3.63 ab | 3.77 ab |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 3.01 | 3.19 | 3.24 | 3.33 | 3.39 | 3.58 b | 3.73 b |
| Média | 3.03 | 3.22 | 3.26 | 3.37 | 3.44 | 3.65 | 3.79 |
| Prob. | 0.7594 | 0.7221 | 0.7015 | 0.3328 | 0.0438 | 0.002 | 0.0065 |
| SEM | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.9430 | 0.6007 | 0.8331 | 0.8182 | 0.0358 | 0.0217 | 0.0731 |
| Controle vs - 90kcal | 0.2068 | 0.4512 | 0.4510 | 0.3395 | 0.0054 | 0.0018 | 0.0164 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0970 | 0.0727 | 0.2001 | 0.0365 | 0.0002 | <.0001 | 0.0007 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.1837 | 0.8156 | 0.5850 | 0.4647 | 0.3981 | 0.2901 | 0.4780 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0848 | 0.1888 | 0.2798 | 0.0584 | 0.0282 | 0.0048 | 0.0492 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.6686 | 0.2745 | 0.5850 | 0.2227 | 0.1498 | 0.0513 | 0.1868 |

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Peso das matrizes de 41 as 65 semanas de idade, kg

| Item Dieta | Semana | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Controle ¹ | 3.94 a | 4.01 a | 4.04 a | 4.05 a | 4.03 a | 4.07 a | 4.02 a |
| - 45kcal ² | 3.85 ab | 3.93 ab | 3.95 ab | 4.00 ab | 3.98 a | 3.98 ab | 3.96 ab |
| - 90 kcal ³ | 3.83 ab | 3.84 b | 3.86 b | 3.88 bc | 3.84 b | 3.87 b | 3.84 b |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 3.75 b | 3.80 b | 3.85 b | 3.86 c | 3.84 b | 3.87 b | 3.83 b |
| Média | 3.84 | 3.89 | 3.93 | 3.95 | 3.92 | 3.95 | 3.91 |
| Prob. | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | <.0001 |
| SEM | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0045 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.0163 | 0.0155 | 0.0408 | 0.2181 | 0.2904 | 0.0877 | 0.2170 |
| Controle vs - 90kcal | 0.0027 | <.0001 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0016 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | <.0001 | <.0001 | 0.0001 | <.0001 | 0.0003 | 0.0005 | 0.0010 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.4378 | 0.0073 | 0.0337 | 0.0064 | 0.0052 | 0.0274 | 0.0289 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0027 | 0.0003 | 0.0228 | 0.0011 | 0.0038 | 0.0290 | 0.0188 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0163 | 0.2092 | 0.8556 | 0.4623 | 0.8907 | 0.9792 | 0.8437 |

^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Uniformidade do peso das matrizes de 25 as 37 semanas de idade, CV%

| Item | Semana | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 33 | 37 |
| Dieta | | | | | | | |
| Controle ¹ | 7.70 | 7.73 | 8.11 | 8.20 | 7.84 | 8.16 | 8.70 |
| - 45kcal ² | 7.94 | 8.09 | 7.86 | 7.38 | 7.24 | 7.26 | 7.98 |
| - 90 kcal ³ | 8.22 | 8.79 | 8.75 | 7.97 | 7.93 | 7.91 | 7.71 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 7.42 | 7.87 | 7.84 | 7.59 | 7.88 | 7.51 | 8.18 |
| Média | 7.82 | 8.12 | 8.14 | 7.79 | 7.72 | 7.71 | 8.14 |
| Prob. | 0.4326 | 0.1579 | 0.6255 | 0.658 | 0.6567 | 0.6249 | 0.4856 |
| SEM | 0.1755 | 0.1703 | 0.2757 | 0.2501 | 0.2201 | 0.2598 | 0.2274 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.6355 | 0.4632 | 0.7434 | 0.2579 | 0.3461 | 0.2349 | 0.2756 |
| Controle vs - 90kcal | 0.3078 | 0.0385 | 0.4238 | 0.7417 | 0.8849 | 0.7371 | 0.1397 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5702 | 0.7664 | 0.7315 | 0.9920 | 0.9415 | 0.3391 | 0.4246 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.5786 | 0.1589 | 0.2641 | 0.4165 | 0.2794 | 0.3873 | 0.6817 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3022 | 0.6599 | 0.9874 | 0.7655 | 0.3111 | 0.7346 | 0.7633 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.1197 | 0.0703 | 0.2577 | 0.6040 | 0.9431 | 0.5954 | 0.4789 |

¹ As dietas padrão foram formuladas de acordo com as recomendações da linhagem reprodutiva. ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia, que foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Uniformidade do peso das matrizes de 41 as 65 semanas de idade, CV%

| Item | Semana | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Dieta | | | | | | | |
| Controle ¹ | 9.35 | 9.84 | 10.01 | 9.88 | 10.42 | 10.37 | 10.30 |
| - 45kcal ² | 8.36 | 8.98 | 9.75 | 9.31 | 9.22 | 9.30 | 9.37 |
| - 90 kcal ³ | 7.92 | 8.72 | 8.91 | 8.78 | 9.29 | 9.00 | 8.55 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 8.86 | 9.66 | 10.25 | 10.03 | 10.45 | 10.45 | 10.08 |
| Média | 8.62 | 9.30 | 9.73 | 9.50 | 9.85 | 9.78 | 9.58 |
| Prob. | 0.3963 | 0.4943 | 0.5745 | 0.4578 | 0.27 | 0.2524 | 0.1969 |
| SEM | 0.3047 | 0.2938 | 0.3542 | 0.3024 | 0.2872 | 0.3065 | 0.3030 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.2613 | 0.3125 | 0.7921 | 0.5096 | 0.1570 | 0.2276 | 0.2940 |
| Controle vs - 90kcal | 0.1108 | 0.1921 | 0.2847 | 0.2104 | 0.1811 | 0.1270 | 0.0539 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5738 | 0.8248 | 0.8120 | 0.8636 | 0.9636 | 0.9285 | 0.8055 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.6151 | 0.7575 | 0.4154 | 0.5412 | 0.9334 | 0.7328 | 0.3453 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5661 | 0.4266 | 0.6169 | 0.4077 | 0.1449 | 0.1966 | 0.4176 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2866 | 0.2739 | 0.1950 | 0.1575 | 0.1676 | 0.1078 | 0.0875 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

A produção percentual de ovos quando analisada por período de 4 semanas, não foi afetada pelos tratamentos, como podemos observar na tabela 9. Porém, quando analisamos a produção percentual média de todo período de produção (Tabela 15), observamos maior produção percentual de ovos do tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase comparado aos tratamentos -45 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg ($P = 0,0045$) mas não tendo diferença do tratamento controle, que também não foi diferente dos demais tratamentos.

Quando analisamos o número de ovos por período (tabela 10), no período de 38 a 41 semanas, o tratamento -45Kcal teve produção de 20,60 ovos, significativamente menor ($P < 0,05$) que o tratamento controle, 21,44 ovos, mas não houve diferença quando comparado aos tratamentos -90 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg+ β -mananase que produziram 21,21 e 20,97, respectivamente. Na mesma tabela, no período de 50 a 53 semanas, por análise de contraste, podemos observar diferença ($P = 0,0386$) somente entre os tratamentos -90 Kcal/Kg+ β -mananase e controle, com 17,03 e 16,23 ovos por fêmea alojada respectivamente. Porém, quando analisamos o número de ovos/ave/alojada médio de todo período de produção (Tabela 15), observamos maior número médio de ovos do tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase comparado aos tratamentos -45 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg ($P = 0,0048$) mas não tendo diferença do tratamento controle, que também não foi diferente dos demais tratamentos.

Nas tabelas 11, 12, 13 e 14 estão as produções acumuladas de ovos. Não observamos diferenças significativas nestas análises. O que podemos observar é uma diferença numérica as 65 semanas de idade, por contraste ($P = 0,1129$) onde o tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase produziu 193,15 ovos comparado ao tratamento -90 Kcal/Kg com 189,23 ovos. Apesar da redução de energia, o tratamento que recebeu a enzima teve maior produção numérica de ovos. A diferença em relação ao tratamento com a mesma redução de energia foi de 2 ovos a partir das 56 semanas, 3 ovos a partir das 60 semanas e praticamente 4 ovos a partir das 63 semanas de idade. (Jackson *et al.*, 1999) ao utilizar a enzima β -mananase em poedeiras em dietas com redução de energia maiores que as utilizadas neste experimento, obteve produção de ovos maiores ($P < 0,05$) que dietas com a mesma redução de energia e iguais as dietas com a quantidade padrão de energia.

Tabela 9. Produção das matrizes por período, %

| Item | Período (semanas) | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 26-29 | 30-33 | 34-37 | 38-41 | 42-45 | 46-49 | 50-53 | 54-57 | 58-61 | 62-65 |
| Dieta | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 81.14 | 85.54 | 83.00 | 76.60 | 69.96 | 63.71 | 57.96 | 53.50 | 51.23 | 50.27 |
| - 45kcal ² | 81.48 | 84.90 | 82.89 | 73.58 | 68.94 | 64.66 | 58.19 | 54.37 | 49.05 | 49.47 |
| - 90 kcal ³ | 80.29 | 85.16 | 82.47 | 75.76 | 69.88 | 64.36 | 59.09 | 53.30 | 48.05 | 46.66 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 83.61 | 85.69 | 81.66 | 74.88 | 69.99 | 64.46 | 60.82 | 56.13 | 51.29 | 49.12 |
| Mean | 81.63 | 85.32 | 82.51 | 75.21 | 69.69 | 64.30 | 59.02 | 54.32 | 49.90 | 48.88 |
| Prob. | 0.3992 | 0.9432 | 0.5848 | 0.1110 | 0.7890 | 0.9073 | 0.4179 | 0.3310 | 0.6129 | 0.5246 |
| SEM | 0.2472 | 0.1784 | 0.1321 | 0.1543 | 0.1494 | 0.1693 | 0.2325 | 0.2087 | 0.3654 | 0.3151 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.8602 | 0.6535 | 0.9039 | 0.0097 | 0.3755 | 0.4543 | 0.8596 | 0.5582 | 0.4254 | 0.7046 |
| Controle vs - 90kcal | 0.6627 | 0.7931 | 0.5762 | 0.4383 | 0.9411 | 0.6085 | 0.3918 | 0.8915 | 0.2490 | 0.0989 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2126 | 0.9124 | 0.1657 | 0.1204 | 0.9798 | 0.5559 | 0.0387 | 0.0878 | 0.9824 | 0.5882 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.5415 | 0.8513 | 0.6604 | 0.0562 | 0.4154 | 0.8108 | 0.4945 | 0.4717 | 0.7130 | 0.1938 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2807 | 0.5768 | 0.2030 | 0.2341 | 0.3624 | 0.8713 | 0.0556 | 0.2451 | 0.4130 | 0.8701 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0987 | 0.7100 | 0.3950 | 0.4165 | 0.9210 | 0.9382 | 0.1972 | 0.0674 | 0.2405 | 0.2524 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes ortogonais foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Número de ovos por fêmea por período, n

| Item | Período (Semanas) | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 26-29 | 30-33 | 34-7 | 38-41 | 42-45 | 46-49 | 50-53 | 54-57 | 58-61 | 62-65 |
| Dieta | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 22.72 | 23.95 | 23.24 | 21.44 ^a | 19.59 | 17.84 | 16.23 | 14.98 | 14.34 | 14.08 |
| - 45kcal ² | 22.81 | 23.77 | 23.21 | 20.60 ^b | 19.30 | 18.10 | 16.29 | 15.22 | 13.73 | 13.85 |
| - 90 kcal ³ | 22.48 | 23.85 | 23.09 | 21.21 ^{ab} | 19.56 | 18.02 | 16.55 | 14.92 | 13.45 | 13.06 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 23.41 | 23.99 | 22.87 | 20.97 ^{ab} | 19.60 | 18.05 | 17.03 | 15.72 | 14.36 | 13.75 |
| Média | 22.86 | 23.89 | 23.10 | 21.06 | 19.51 | 18.00 | 16.52 | 15.21 | 13.97 | 13.69 |
| Prob. | 0.3795 | 0.9397 | 0.4840 | 0.0500 | 0.7548 | 0.8833 | 0.1437 | 0.2325 | 0.5476 | 0.3681 |
| SEM | 0.190 | 0.139 | 0.092 | 0.105 | 0.111 | 0.123 | 0.128 | 0.145 | 0.266 | 0.207 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.8601 | 0.6521 | 0.9027 | 0.0097 | 0.3752 | 0.4540 | 0.8611 | 0.5572 | 0.4258 | 0.7047 |
| Controle vs - 90kcal | 0.6630 | 0.7920 | 0.5760 | 0.4371 | 0.9413 | 0.6093 | 0.3920 | 0.8924 | 0.2493 | 0.0989 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2126 | 0.9131 | 0.1656 | 0.1198 | 0.9796 | 0.5554 | 0.0386 | 0.0877 | 0.9822 | 0.5876 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.5417 | 0.8509 | 0.6613 | 0.0527 | 0.4150 | 0.8095 | 0.4936 | 0.4713 | 0.7131 | 0.1937 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2808 | 0.5761 | 0.2034 | 0.2346 | 0.3620 | 0.8716 | 0.0553 | 0.2455 | 0.4133 | 0.8692 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0988 | 0.7096 | 0.3949 | 0.4163 | 0.9210 | 0.9366 | 0.1969 | 0.0675 | 0.2407 | 0.2527 |

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Produção acumulada por fêmeas de 25 a 35 semanas de idade, n

| Item | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| Dieta | | | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 3.32 | 8.05 | 13.86 | 19.99 | 26.04 | 32.04 | 38.01 | 44.07 | 49.99 | 56.01 | 61.70 | |
| - 45kcal ² | 3.20 | 7.98 | 13.79 | 19.87 | 26.01 | 32.07 | 37.96 | 43.90 | 49.78 | 55.66 | 61.42 | |
| - 90 kcal ³ | 3.03 | 7.88 | 13.54 | 19.61 | 25.51 | 31.56 | 37.51 | 43.34 | 49.36 | 55.28 | 61.07 | |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 3.41 | 8.39 | 14.48 | 20.74 | 26.82 | 32.96 | 38.81 | 44.82 | 50.82 | 56.65 | 62.32 | |
| Média | 3.24 | 8.07 | 13.92 | 20.05 | 26.10 | 32.16 | 38.07 | 44.03 | 49.99 | 55.90 | 61.63 | |
| Prob. | 0.6320 | 0.7042 | 0.3582 | 0.3741 | 0.3195 | 0.3115 | 0.4413 | 0.3978 | 0.4152 | 0.4811 | 0.5792 | |
| SEM | 0.108 | 0.162 | 0.189 | 0.232 | 0.243 | 0.259 | 0.279 | 0.301 | 0.307 | 0.316 | 0.324 | |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.6870 | 0.8778 | 0.8948 | 0.8586 | 0.9666 | 0.9657 | 0.9524 | 0.8410 | 0.8127 | 0.6932 | 0.7556 | |
| Controle vs - 90kcal | 0.3508 | 0.7195 | 0.5538 | 0.5706 | 0.4494 | 0.5196 | 0.5377 | 0.3970 | 0.4734 | 0.4240 | 0.4951 | |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.7732 | 0.4600 | 0.2553 | 0.2649 | 0.2682 | 0.2237 | 0.3209 | 0.3898 | 0.3537 | 0.4808 | 0.5080 | |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.5909 | 0.8370 | 0.6446 | 0.6963 | 0.4744 | 0.4925 | 0.5773 | 0.5155 | 0.6291 | 0.6821 | 0.7085 | |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.4913 | 0.3740 | 0.2066 | 0.1991 | 0.2513 | 0.2396 | 0.2936 | 0.2918 | 0.2480 | 0.2763 | 0.3340 | |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2264 | 0.2767 | 0.0910 | 0.0998 | 0.0701 | 0.0701 | 0.1152 | 0.0960 | 0.1081 | 0.1401 | 0.1858 | |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Produção acumulada por fêmeas de 36 a 46 semanas de idade, n

| Item | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | |
| Dieta | | | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 67.63 | 73.23 | 78.80 | 84.27 | 89.60 | 94.68 | 99.75 | 104.63 | 109.41 | 114.27 | 118.81 | |
| - 45kcal ² | 67.49 | 72.99 | 78.32 | 83.53 | 88.72 | 93.59 | 98.52 | 103.38 | 108.22 | 112.90 | 117.57 | |
| - 90 kcal ³ | 66.89 | 72.45 | 77.96 | 83.38 | 88.71 | 93.66 | 98.61 | 103.52 | 108.38 | 113.23 | 117.86 | |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 68.18 | 73.68 | 79.08 | 84.43 | 89.55 | 94.65 | 99.67 | 104.54 | 109.47 | 114.24 | 118.93 | |
| Média | 67.55 | 73.09 | 78.54 | 83.90 | 89.15 | 94.15 | 99.14 | 104.02 | 108.87 | 113.66 | 118.29 | |
| Prob. | 0.6137 | 0.6617 | 0.6921 | 0.6761 | 0.7380 | 0.6452 | 0.5762 | 0.6065 | 0.6343 | 0.6285 | 0.6887 | |
| SEM | 0.340 | 0.350 | 0.355 | 0.366 | 0.383 | 0.399 | 0.403 | 0.415 | 0.435 | 0.458 | 0.480 | |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.8862 | 0.8103 | 0.6385 | 0.4850 | 0.4250 | 0.3463 | 0.2912 | 0.3005 | 0.3445 | 0.3011 | 0.3733 | |
| Controle vs - 90kcal | 0.4515 | 0.4382 | 0.4137 | 0.3972 | 0.4192 | 0.3775 | 0.3289 | 0.3556 | 0.4104 | 0.4299 | 0.4941 | |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5670 | 0.6542 | 0.7812 | 0.8776 | 0.9650 | 0.9770 | 0.9417 | 0.9376 | 0.9611 | 0.9848 | 0.9302 | |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.5405 | 0.5900 | 0.7244 | 0.8795 | 0.9918 | 0.9513 | 0.9345 | 0.9080 | 0.9001 | 0.8009 | 0.8328 | |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.4755 | 0.4932 | 0.4569 | 0.3959 | 0.4504 | 0.3608 | 0.3246 | 0.3371 | 0.3210 | 0.3097 | 0.3294 | |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.1918 | 0.2270 | 0.2773 | 0.3192 | 0.4444 | 0.3928 | 0.3652 | 0.3966 | 0.3839 | 0.4409 | 0.4414 | |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Produção acumulada por fêmeas de 47 a 57 semanas de idade, n

| Item | Semana | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 |
| Dieta | | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 123.40 | 127.80 | 132.11 | 136.13 | 140.26 | 144.33 | 148.34 | 152.15 | 155.92 | 159.49 | 163.32 |
| - 45kcal ² | 122.18 | 126.62 | 131.00 | 135.12 | 139.25 | 143.19 | 147.29 | 151.23 | 155.07 | 158.72 | 162.52 |
| - 90 kcal ³ | 122.48 | 126.85 | 131.25 | 135.39 | 139.45 | 143.68 | 147.79 | 151.76 | 155.49 | 159.03 | 162.72 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 123.62 | 128.05 | 132.29 | 136.60 | 140.87 | 145.09 | 149.32 | 153.32 | 157.20 | 161.03 | 165.04 |
| Média | 122.92 | 127.33 | 131.66 | 135.81 | 139.96 | 144.07 | 148.19 | 152.11 | 155.92 | 159.57 | 163.40 |
| Prob. | 0.6913 | 0.7225 | 0.7945 | 0.7832 | 0.7527 | 0.7202 | 0.7076 | 0.6956 | 0.6865 | 0.6187 | 0.5328 |
| SEM | 0.497 | 0.526 | 0.541 | 0.564 | 0.589 | 0.614 | 0.635 | 0.637 | 0.650 | 0.658 | 0.660 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.3944 | 0.4341 | 0.4774 | 0.5359 | 0.5537 | 0.5201 | 0.5675 | 0.6115 | 0.6489 | 0.6846 | 0.6733 |
| Controle vs - 90kcal | 0.5188 | 0.5261 | 0.5749 | 0.6493 | 0.6333 | 0.7130 | 0.7649 | 0.8286 | 0.8154 | 0.8060 | 0.7509 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.8801 | 0.8720 | 0.9056 | 0.7702 | 0.7162 | 0.6643 | 0.5890 | 0.5253 | 0.4959 | 0.4176 | 0.3667 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.8332 | 0.8800 | 0.8740 | 0.8681 | 0.9074 | 0.7813 | 0.7838 | 0.7698 | 0.8238 | 0.8719 | 0.9166 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3183 | 0.3476 | 0.4085 | 0.3653 | 0.3429 | 0.2862 | 0.2714 | 0.2584 | 0.2611 | 0.2291 | 0.1914 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.4276 | 0.4282 | 0.5021 | 0.4573 | 0.4035 | 0.4253 | 0.4040 | 0.3968 | 0.3632 | 0.2943 | 0.2272 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Produção acumulada por fêmeas de 58 a 65 semanas de idade, n

| Item Dieta | Semana | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| Controle ¹ | 167.03 | 170.74 | 174.08 | 177.66 | 181.17 | 184.67 | 188.26 | 191.74 |
| - 45kcal ² | 166.13 | 169.58 | 172.89 | 176.25 | 179.70 | 183.19 | 186.66 | 190.10 |
| - 90 kcal ³ | 166.41 | 169.95 | 173.00 | 176.17 | 179.24 | 182.47 | 185.88 | 189.23 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 168.90 | 172.56 | 175.98 | 179.40 | 182.86 | 186.32 | 189.73 | 193.15 |
| Média | 167.12 | 170.71 | 173.99 | 177.37 | 180.74 | 184.16 | 187.63 | 191.06 |
| Prob. | 0.4846 | 0.4599 | 0.4298 | 0.4046 | 0.3710 | 0.3522 | 0.3725 | 0.3790 |
| SEM | 0.679 | 0.701 | 0.732 | 0.751 | 0.779 | 0.796 | 0.818 | 0.837 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.6439 | 0.5644 | 0.5700 | 0.5146 | 0.5125 | 0.5167 | 0.4960 | 0.4979 |
| Controle vs - 90kcal | 0.7510 | 0.6950 | 0.6057 | 0.4906 | 0.3920 | 0.3389 | 0.3153 | 0.3027 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3401 | 0.3689 | 0.3695 | 0.4224 | 0.4504 | 0.4719 | 0.5327 | 0.5563 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.8841 | 0.8526 | 0.9582 | 0.9695 | 0.8373 | 0.7528 | 0.7403 | 0.7174 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.1632 | 0.1475 | 0.1500 | 0.1534 | 0.1659 | 0.1784 | 0.1987 | 0.2118 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2085 | 0.2024 | 0.1643 | 0.1434 | 0.1152 | 0.1018 | 0.1112 | 0.1129 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Produção média de ovos semanal (%)

| Item | Produção média de ovos (%) | Média ovos/ave/alojada (unidade) |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| Dieta | | |
| Controle ¹ | 63.72 ^{ab} | 4.46 ^{ab} |
| - 45 kcal ² | 63.17 ^b | 4.42 ^b |
| - 90 kcal ³ | 62.88 ^b | 4.40 ^b |
| - 90 kcal + β mananase ⁴ | 64.19 ^a | 4.49 ^a |
| SEM | 0.5240 | 0.0367 |
| <i>Prob.</i> | 0.0045 | 0.0048 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado.

Não houve diferenças entre os tratamentos para fertilidade média e eclosão média dos ovos férteis (tabela 16). Para a fertilidade analisada em cada uma das 10 incubações não foi observada diferença entre os tratamentos (tabela 17). A redução de energia e o uso da enzima não alteraram a fertilidade. (Spratt & Leeson, 1987) não observaram diferenças na fertilidade e eclosão ao fornecer dietas com diferentes níveis de energia para matrizes pesadas.

Ao analisar a eclosão dos ovos férteis de cada incubação na tabela 18, apenas por contraste, podemos observar diferenças na incubação (29 semanas) onde o tratamento com redução de - 45 Kcal/Kg teve menor eclosão que o tratamento controle e o - 90 Kcal/Kg+ β -mananase. Na quarta incubação (41 semanas) o tratamento com a maior redução de energia, teve menor eclosão comparado com todos os outros tratamentos. Na oitava incubação (57 semanas) o tratamento com - 90 Kcal/Kg+ β -mananase teve menor eclosão que o tratamento controle e o tratamento- 45 Kcal/Kg.

Tabela 16. Dados de incubação, %

| Item | Fertilidade | Eclosão dos ovos férteis |
|---|-------------|--------------------------|
| Dieta | | |
| Controle ¹ | 94.12 | 85.31 |
| - 45kcal ² | 95.43 | 84.19 |
| - 90 kcal ³ | 92.52 | 81.91 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 91.92 | 84.62 |
| SEM | 1.3048 | 0.5650 |
| Contrastes (<i>P values</i>)⁵ | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.4825 | 0.7013 |
| Controle vs - 90kcal | 0.3944 | 0.3598 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2427 | 0.8047 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.1267 | 0.5887 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0695 | 0.8937 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.7503 | 0.5043 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Table 17. Fertilidade, %

| Item | Incubação (Semana) | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Dieta | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 95.2 | 96.5 | 97.1 | 96.4 | 93.5 | 92.3 | 90.4 | 93.1 | 90.9 | 99.1 |
| - 45kcal ² | 94.2 | 95.7 | 96.2 | 95.2 | 95.9 | 96.9 | 93.1 | 99.5 | 93.5 | 96.5 |
| - 90 kcal ³ | 93.0 | 96.0 | 93.0 | 95.5 | 95.0 | 92.4 | 91.1 | 94.4 | 82.9 | 94.2 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 94.5 | 96.8 | 97.8 | 94.1 | 92.5 | 91.9 | 89.9 | 94.5 | 87.6 | 93.3 |
| Média | 94.2 | 96.3 | 96.0 | 95.3 | 94.2 | 93.4 | 91.1 | 95.4 | 88.7 | 95.8 |
| Prob. | 0.8410 | 0.9412 | 0.2206 | 0.8094 | 0.6670 | 0.3486 | 0.9025 | 0.3153 | 0.4313 | 0.4575 |
| SEM | 0.866 | 0.719 | 0.845 | 0.794 | 0.995 | 1.075 | 1.565 | 1.236 | 1.986 | 1.259 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.6872 | 0.6847 | 0.7218 | 0.5992 | 0.4335 | 0.1448 | 0.5651 | 0.0857 | 0.6672 | 0.4886 |
| Controle vs - 90kcal | 0.3819 | 0.8271 | 0.1001 | 0.6970 | 0.6425 | 0.9739 | 0.8815 | 0.7305 | 0.2167 | 0.2042 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.7778 | 0.8650 | 0.7647 | 0.3412 | 0.7289 | 0.9032 | 0.9234 | 0.7054 | 0.5965 | 0.1617 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.6328 | 0.8508 | 0.1884 | 0.9093 | 0.7623 | 0.1953 | 0.6763 | 0.1828 | 0.1246 | 0.5287 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.9037 | 0.5656 | 0.5139 | 0.6469 | 0.2574 | 0.1316 | 0.5020 | 0.1934 | 0.3768 | 0.4281 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5501 | 0.6981 | 0.0559 | 0.5854 | 0.4207 | 0.8877 | 0.8004 | 0.9743 | 0.4951 | 0.8188 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Eclosão dos ovos férteis, %

| Item Dieta | Incubação (Semana) | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Controle ¹ | 86.94 | 88.50 | 91.11 | 92.90 a | 75.90 | 79.28 | 82.17 | 85.23 | 87.33 | 82.52 |
| - 45kcal ² | 75.97 | 87.24 | 90.90 | 91.27 a | 80.48 | 84.58 | 72.58 | 85.91 | 86.90 | 85.44 |
| - 90 kcal ³ | 82.18 | 84.67 | 91.75 | 85.03 b | 78.92 | 82.23 | 77.00 | 82.12 | 84.13 | 78.33 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 85.89 | 88.40 | 94.32 | 91.55 a | 81.07 | 79.86 | 75.79 | 76.46 | 85.07 | 85.73 |
| Média | 82.75 | 87.20 | 92.02 | 90.19 | 79.09 | 81.49 | 76.89 | 82.43 | 85.86 | 83.01 |
| Prob. | 0.0632 | 0.6252 | 0.3798 | 0.0438 | 0.6880 | 0.6903 | 0.5580 | 0.0962 | 0.8419 | 0.4858 |
| SEM | 1.439 | 1.138 | 0.903 | 0.972 | 1.375 | 1.686 | 2.203 | 1.303 | 1.437 | 1.511 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.0180 | 0.7006 | 0.9341 | 0.5595 | 0.3172 | 0.3005 | 0.1683 | 0.8567 | 0.9153 | 0.5036 |
| Controle vs - 90kcal | 0.2760 | 0.2488 | 0.8046 | 0.0096 | 0.5413 | 0.5606 | 0.4482 | 0.4297 | 0.4399 | 0.4195 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.8085 | 0.9761 | 0.1494 | 0.6426 | 0.2892 | 0.9089 | 0.3765 | 0.0349 | 0.5839 | 0.4829 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.1428 | 0.4344 | 0.7415 | 0.0343 | 0.7461 | 0.6274 | 0.5163 | 0.3385 | 0.5041 | 0.1783 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.0242 | 0.7356 | 0.129 | 0.9246 | 0.8953 | 0.3335 | 0.6533 | 0.0243 | 0.6582 | 0.9492 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3721 | 0.2824 | 0.2265 | 0.0347 | 0.6618 | 0.6238 | 0.8658 | 0.1777 | 0.8196 | 0.1887 |

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados das 10 incubações para os dados das progênes na tabela 19, não observamos diferenças entre os tratamentos para comprimento dos pintinhos. Já para o peso dos pintinhos e peso dos ovos foram observadas diferenças significativas ($P < 0,001$). O tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase comparado aos tratamentos -45 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg ($P = 0,0045$) teve menor peso de ovos e de pintinhos, mas não tendo diferença do tratamento controle. (Wu *et al.*, 2005) não encontrou diferença em peso de ovos com a utilização da enzima β -mananase. Porém, (Jackson *et al.*, 1999) encontrou aumento no peso dos ovos e na produção de ovos mesmo quando dietas com redução de energia foram utilizadas mas suplementadas com β -mananase. (Ehsani & Toriki, 2010) encontrou apenas aumento no peso dos ovos com a utilização da enzima.

O peso do ovo é afetado negativamente quando a produção de ovos é maior. Ou seja, galinhas que tem maior produção de ovos, tem ovos com menor peso quando comparadas a galinhas com menor produção. Isto ocorreu entre o tratamento controle e o tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase, quando comparados os tratamento -45 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg. O tratamento controle e -90 Kcal/Kg+ β -mananase produziram maior número de ovos. Consequentemente, produziram ovos e pintinhos de menor peso.

A produção de ovos do tratamento -90 Kcal/Kg+ β -mananase e o tratamento controle foram maiores que o tratamento -90 Kcal/Kg.. Isto pode demonstrar que ao utilizar a enzima β -mananase, é possível um direcionamento da energia que seria gasta para ativação do sistema imune, para a produção de ovos. Desta maneira, apesar de a energia metabolizável ter a redução de 90 Kcal/Kg em ambos os tratamentos (-90 Kcal/Kg e -90 Kcal/Kg+ β -mananase) o que recebeu a enzima não teria a demanda de energia para FIIR (Feed Inmune Induced Response) e sendo assim, direcionaria energia para maior produção de ovos, afetando o seu peso em detrimento de manter a produção.

Tabela 19. Dados progênie das matrizes

| Item | Peso pintinho (g) | Comprimento pintinho (cm) | Peso ovo (g) |
|---|---------------------|---------------------------|--------------------|
| Dieta | | | |
| Controle ¹ | 47.08 ^{bc} | 18.64 | 67.07 ^b |
| - 45kcal ² | 47.25 ^b | 18.64 | 67.24 ^b |
| - 90 kcal ³ | 47.80 ^a | 18.65 | 68.07 ^a |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 46.79 ^c | 18.61 | 67.11 ^b |
| <i>Prob</i> | <0.001 | 0.260 | <0.001 |
| SEM | 0.0618 | 0.1070 | 0.0782 |

^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado ⁵

Tabela 20. Peso do pintinho, g

| Item Dieta | Incubação (Semana) | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Controle ¹ | 38.68 | 43.94 | 43.13 b | 47.78 | 48.34 | 50.13 | 49.45 | 50.41 | 49.61 ab | 48.24 b |
| - 45kcal ² | 38.70 | 44.43 | 44.31 ab | 47.88 | 48.73 | 49.89 | 49.68 | 50.12 | 48.94 b | 49.20 ab |
| - 90 kcal ³ | 38.87 | 44.57 | 44.62 a | 48.20 | 49.84 | 50.77 | 50.89 | 50.37 | 50.99 a | 50.00 a |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 38.28 | 43.88 | 43.92 ab | 47.42 | 48.97 | 49.60 | 49.81 | 49.25 | 49.33 ab | 48.72 ab |
| Média | 38.63 | 44.21 | 44.00 | 47.82 | 48.97 | 50.10 | 49.96 | 50.04 | 49.72 | 49.04 |
| Prob. | 0.6105 | 0.1554 | 0.0138 | 0.2298 | 0.2039 | 0.3473 | 0.3009 | 0.3660 | 0.0364 | 0.0268 |
| SEM | 0.1597 | 0.1244 | 0.1514 | 0.1237 | 0.2462 | 0.2314 | 0.2804 | 0.2548 | 0.2417 | 0.1952 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.9498 | 0.1772 | 0.0123 | 0.7780 | 0.5873 | 0.7134 | 0.7699 | 0.6977 | 0.3401 | 0.0956 |
| Controle vs - 90kcal | 0.6644 | 0.0872 | 0.0023 | 0.2427 | 0.0430 | 0.3375 | 0.0833 | 0.9590 | 0.0559 | 0.0042 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3917 | 0.8745 | 0.0810 | 0.3317 | 0.3758 | 0.4283 | 0.6501 | 0.1247 | 0.6877 | 0.3945 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.7104 | 0.6947 | 0.4718 | 0.3695 | 0.1238 | 0.1902 | 0.1429 | 0.7360 | 0.0068 | 0.1585 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.3588 | 0.1346 | 0.3757 | 0.2194 | 0.7271 | 0.6677 | 0.8714 | 0.2414 | 0.5757 | 0.3909 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.2028 | 0.0642 | 0.1164 | 0.0444 | 0.2252 | 0.0880 | 0.1888 | 0.1367 | 0.0241 | 0.0293 |

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Comprimento do pintinho, cm

| Item | Incubação (Semana) | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Dieta | | | | | | | | | | |
| Controle ¹ | 17.49 | 17.74 | 18.67 | 18.73 | 18.10 | 18.77 | 18.95 | 18.38 | 19.75 | 19.72 |
| - 45kcal ² | 17.52 | 17.67 | 18.70 | 18.83 | 18.09 | 18.91 | 19.00 | 18.30 | 19.70 | 19.72 |
| - 90 kcal ³ | 17.44 | 17.70 | 18.82 | 18.99 | 18.09 | 18.78 | 18.78 | 18.23 | 19.39 | 19.67 |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 17.48 | 17.75 | 18.72 | 18.87 | 18.08 | 18.77 | 18.80 | 18.21 | 19.64 | 19.67 |
| Média | 17.48 | 17.72 | 18.73 | 18.86 | 18.09 | 18.81 | 18.88 | 18.28 | 19.62 | 19.70 |
| Prob. | 0.7266 | 0.9362 | 0.1400 | 0.1843 | 0.9982 | 0.6319 | 0.5133 | 0.5873 | 0.1769 | 0.9474 |
| SEM | 0.0261 | 0.0466 | 0.0233 | 0.0407 | 0.0424 | 0.0437 | 0.0612 | 0.0480 | 0.0592 | 0.0433 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.5717 | 0.6138 | 0.6408 | 0.3960 | 0.9344 | 0.2871 | 0.7811 | 0.5326 | 0.7346 | 0.9839 |
| Controle vs - 90kcal | 0.5717 | 0.7432 | 0.0299 | 0.0339 | 0.9426 | 0.9283 | 0.3444 | 0.2785 | 0.0426 | 0.6948 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.9867 | 0.9776 | 0.4461 | 0.2537 | 0.8532 | 0.9681 | 0.3847 | 0.2152 | 0.5098 | 0.6727 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.2635 | 0.8587 | 0.0776 | 0.1740 | 0.9918 | 0.3281 | 0.2255 | 0.6375 | 0.0839 | 0.6800 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5830 | 0.5944 | 0.7649 | 0.7327 | 0.9181 | 0.2701 | 0.2553 | 0.5268 | 0.7457 | 0.6582 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.5606 | 0.7221 | 0.1354 | 0.3290 | 0.9099 | 0.8966 | 0.9375 | 0.8701 | 0.1521 | 0.9759 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2,3,4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliados de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 22. Peso dos ovos, g

| Item Dieta | Incubação (Semana) | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 | 65 |
| Controle ¹ | 52.83 | 61.08 | 62.68 b | 66.56 | 68.52 | 70.86 | 72.79 | 72.48 | 71.95 | 71.05 b |
| - 45kcal ² | 52.59 | 61.10 | 64.04 a | 66.72 | 68.78 | 70.84 | 72.79 | 72.09 | 71.16 | 72.31 ab |
| - 90 kcal ³ | 52.74 | 61.53 | 64.67 a | 67.32 | 69.22 | 71.28 | 73.62 | 73.14 | 73.19 | 73.74 a |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 52.73 | 60.59 | 63.77 ab | 66.27 | 68.56 | 70.94 | 72.61 | 71.97 | 71.30 | 72.49 ab |
| Média | 52.72 | 61.08 | 63.79 | 66.72 | 68.77 | 70.98 | 72.95 | 72.42 | 71.90 | 72.40 |
| Prob. | 0.9608 | 0.1773 | 0.0017 | 0.1990 | 0.4690 | 0.8670 | 0.4103 | 0.5080 | 0.0443 | 0.0013 |
| SEM | 0.159 | 0.143 | 0.155 | 0.169 | 0.170 | 0.208 | 0.226 | 0.293 | 0.259 | 0.201 |
| Contrastes (<i>P values</i>) ⁵ | | | | | | | | | | |
| Controle vs - 45kcal | 0.6007 | 0.9644 | 0.0050 | 0.7491 | 0.6024 | 0.9636 | 0.9934 | 0.6396 | 0.2953 | 0.0369 |
| Controle vs - 90kcal | 0.8543 | 0.2874 | 0.0002 | 0.1307 | 0.1644 | 0.4879 | 0.2098 | 0.4399 | 0.1043 | 0.0001 |
| Controle vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.8259 | 0.2320 | 0.0217 | 0.5476 | 0.9403 | 0.8938 | 0.7770 | 0.5461 | 0.3863 | 0.0192 |
| - 45kcal vs - 90kcal | 0.7331 | 0.3073 | 0.1652 | 0.2254 | 0.3723 | 0.4602 | 0.2070 | 0.2207 | 0.0114 | 0.0202 |
| - 45kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.7606 | 0.2159 | 0.5476 | 0.3603 | 0.6551 | 0.8578 | 0.7833 | 0.8912 | 0.8523 | 0.7611 |
| - 90kcal vs (- 90kcal + β -mananase) | 0.9709 | 0.0303 | 0.0532 | 0.0404 | 0.1867 | 0.5741 | 0.1289 | 0.1759 | 0.0174 | 0.0387 |

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes em colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado. ⁵ Contrastes foram definidos conforme descrito e avaliado de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Na tabela 23 temos os resultados do número de pintos por ave alojada. Este número foi encontrado multiplicando-se a quantidade de ovos produzidas por ave/alojada x a fertilidade média. Quando analisados os resultados, observamos maior produção de pintinhos nos tratamentos controle e - 90 Kcal/Kg+ β -mananase quando comparado ao tratamento - 90 Kcal/Kg. Esta diferença foi de quase 8 pintinhos por ave/alojada.

Tabela 23. Número de pintos por ave alojada, n

| Item | Pintos por ave alojada (ovos férteis) |
|---|---------------------------------------|
| Dieta | |
| Controle ¹ | 163.56 ^a |
| - 45kcal ² | 160.05 ^{ab} |
| - 90 kcal ³ | 155,0 ^b |
| - 90kcal + β -mananase ⁴ | 163.44 ^a |
| SEM | 1.080 |
| <i>Prob.</i> | 0.009 |

¹ Dieta padrão (formulada de acordo com as recomendações da linhagem Cobb 500). ^{2, 3, 4} As seguintes dietas tiveram os mesmos níveis nutricionais da dieta padrão, mas o nível de energia foi diminuído conforme descrito. A enzima β -mananase estava presente apenas no quarto tratamento, conforme indicado.

CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a redução de energia da dieta de matrizes pesadas de frangos de corte e a consequência desta redução na produção de ovos e pintinhos e o uso de β -mananase como alternativa para reduzir os efeitos negativos dos BM presentes no alimento.

A fertilidade, a eclodibilidade e o cumprimento dos pintinhos não foram afetados pelos tratamentos. Já o peso do pintinho e dos ovos parecem ter sido influenciados nos tratamentos com maior produção (tratamentos controle e - 90 Kcal/Kg+ β -mananase) Estes tratamentos tiveram maior produção percentual média e número de ovos médio por ave alojada. Ainda que a diferença de produção total de ovos não tenha sido significativa. As aves que receberam a enzima β -mananase, ou que não tiveram redução de energia (tratamento controle) tiveram produção de ovos numericamente maior quando comparadas aos tratamentos com redução de energia.

O peso corporal das galinhas foi significativamente menor quando o nível de energia na dieta diminuiu. A adição da enzima não compensou a redução de energia da dieta para manter o peso, quando comparado ao tratamento controle (sem redução de energia). Porém, os dados nos mostram que a utilização da enzima β -mananase foi capaz de compensar a redução de energia e produzir ovos e pintos da mesma forma que as dietas controle (sem redução de energia). O número de pintos nascidos por galinha alojada também foi maior (quase 8 pintinhos a mais) para os animais que receberam a suplementação enzimática ou que não tiveram a redução de energia, embora a fertilidade e a eclodibilidade dos ovos incubáveis não tenham sido significativamente diferentes.

A utilização da enzima pode ser utilizada para reduzir a energia das dietas de matrizes de frangos de corte e melhorar a produção de ovos e pintinhos das mesmas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experimentos na área de produção de matrizes pesadas não são tão frequentes. São aves de ciclo longo e de elevado custo para pesquisa.

O uso de enzimas em matrizes ainda pode ser mais explorado. Resultados com o uso de β -mananase em poedeiras são mais conhecidos e frequentes. Porém, em matrizes pesadas utilizando esta enzima é o primeiro trabalho realizado.

O entendimento da necessidade de energia para estas aves não é simples, mas é fundamental para o sucesso quando se analisa diferentes aportes de energia na dieta.

A utilização da enzima β -mananase pode ser uma alternativa para redução de custos das dietas de matrizes de frangos de corte e/ou melhoria da produção de ovos e pintinhos.

REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual de 2017**. São Paulo, 2018.

ADEREM, A.; ULEVITCH, R. J. Toll-like receptors in the induction of the innate immune response. **Nature**, London, v. 406, n. 6797, p. 782, 2000. ISSN 1476-4687.

ALI ZAMINI, A. *et al.* Effects of two dietary exogenous multi-enzyme supplementation, Natuzyme® and beta-mannanase (Hemicell®), on growth and blood parameters of Caspian salmon (*Salmo trutta caspius*). **Comparative Clinical Pathology**, London, v. 23, n. 1, p. 187-192, 2014. ISSN 1618-5641.

ALMIRALL, M. *et al.* The differences in intestinal viscosity produced by barley and β -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 125, n. 4, p. 947-955, 1995. ISSN 0022-3166.

ARGENTA, J. A.; SAKOMURA, N. K.; AZEVEDO JUNIOR, P. C. Avaliação de programas de alimentação para matrizes de corte na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1735-1741, 2001. ISSN 1516-3598.

ARSENAULT, R. *et al.* Changes in immune and metabolic gut response in broilers fed β -mannanase in β -mannan-containing diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 96, n. 12, p. 4307-4316, 2017. ISSN 0032-5791.

ATTIA, Y. A. *et al.* Daily energy allotments and performance of broiler breeders.: 2. Females. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 261-270, 1995. ISSN 0032-5791. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3382/ps.0740261>. Acesso em: 3 abr. 2019.

BLAIR, R.; MACCOWEN, M. M.; BOLTON, W. Effects of food regulation during the growing and laying stages on the productivity of broiler breeders. **British Poultry Science**, London, v. 17, n. 2, p. 215-223, 1976. ISSN 0007-1668. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00071667608416268>. Acesso em: 4 mar. 2019.

CARPITA, N.; MCCANN, M. The cell wall. *In*: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Chichester: Hoboken, 2000. p. 52-108.

COBB-VANTRESS. **Breeder Management Suplemet: slow feather female: Cobb 500**. Arkansas: Cobb-Vantress, 2013.

COBB-VANTRESS. **Broiler performance and nutrition supplement Cobb 500**. Arkansas: Cobb-Vantress, 2018.

DASKIRAN, M. *et al.* An evaluation of endo- β -D-mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in β -mannan content. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 4, p. 662-668, 2004. ISSN 1525-3171.

DUNCAN, C. J. *et al.* Isolation of a galactomannan that enhances macrophage activation from the edible fungus *Morchella esculenta*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 20, p. 5683-5685, 2002. ISSN 0021-8561.

EHSANI, M.; TORKI, M. Effects of dietary inclusion of guar meal supplemented by β -mannanase on performance of laying hens, egg quality characteristics and diacritical counts of white blood cells. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, Vails Gate, v. 5, n. 4, p. 237-243, 2010. ISSN 1557-4555.

FATTORI, T. R. *et al.* Response of broiler breeder females to feed restriction below recommended levels.: 1. Growth and reproductive performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 26-36, 1991. ISSN 0032-5791. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3382/ps.0700026>. Acesso em: 3 abr. 2019.

GHARAEI, M. A. *et al.* Effects of guar meal with and without beta-mannanas enzyme on performance and immune response of broiler chicks. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Amman, v. 3, n. S, p. 2785-2793, 2012.

HSIAO, H.-Y.; ANDERSON, D. M.; DALE, N. M. Levels of β -mannan in soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 8, p. 1430-1432, 2006. ISSN 1525-3171.

IRISH, G.; BALNAVE, D. Non-starch polysaccharides and broiler performance on diets containing soyabean meal as the sole protein concentrate. **Australian Journal of Agricultural Research**, Seoul, v. 44, n. 7, p. 1483-1499, 1993. ISSN 1444-9838.

JACELA, J. *et al.* Effects of supplemental enzymes in diets containing distillers dried grains with solubles on finishing pig growth performance. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, n. 4, p. 412-424, 2010. ISSN 1080-7446.

JACKSON, M.; FODGE, D.W.; HSIAO, H. Y. Effects of beta-mannanase in corn-soybean meal diets on laying hen performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 12, p. 1737-1741, 1999. ISSN 1525-3171.

JACKSON, M. *et al.* A dose-response study with the feed enzyme beta-mannanase in broilers provided with corn-soybean meal based diets in the

absence of antibiotic growth promoters. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 1992-1996, 2004. ISSN 1525-3171.

KOGUT, M. H. Issues and consequences of using nutrition to modulate the avian immune response. **The Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 605-612, 2017. ISSN 1056-6171. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3382/japr/pfx028>. Acesso em: 3 maio 2019.

LEE, J. *et al.* Effects of guar meal by-product with and without beta-mannanase Hemicell on broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 8, p. 1261-1267, 2005. ISSN 1525-3171.

LEESON, S.; SUMMERS, J. Nutrition of the chicken. *In*: LEESON, S.; SUMMERS, J. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. p. 161-162.

LENEHAN, N. *et al.* Evaluation of hemicell® on growth performance of late nursery pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, Manhattan, n. 10, p. 146-149, 2003. ISSN 2378-5977.

LI, Y. *et al.* Effects of β -mannanase expressed by *Pichia pastoris* in corn–soybean meal diets on broiler performance, nutrient digestibility, energy utilization and immunoglobulin levels. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 159, n. 1/2, p. 59-67, 2010. ISSN 0377-8401.

McDANIEL, G.; BRAKE, J.; ECKMAN, M. K. Factors affecting broiler breeder performance. 4. The interrelationship of some reproductive traits. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 8, p. 1792-1797, 1981. ISSN 1525-3171.

MEHRI, M. *et al.* Effects of β -Mannanase on broiler performance, gut morphology and immune system. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 9, n. 37, p. 6221-6228, 2010. ISSN 1684-5315.

NUNES, C. S.; MALMLÖF, K. Effects of guar gum and cellulose on glucose absorption, hormonal release and hepatic metabolism in the pig. **British Journal of Nutrition**, Rockville, v. 68, n. 3, p. 693-700, 1992. ISSN 1475-2662.

ODETALLAH, N. *et al.* Effect of mannan-endo-1, 4-beta-mannosidase on the growth performance of turkeys fed diets containing 44 and 48% crude protein soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 9, p. 1322-1331, 2002. ISSN 1525-3171.

PEARSON, R. A.; HERRON, K. M. Feeding standards during lay and reproductive performance of broiler breeders. **British Poultry Science**, London, v. 21, n. 3, p. 171-181, 1980. ISSN 0007-1668.

PEARSON, R. A.; HERRON, K. M. Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. **British**

Poultry Science, London, v. 22, n. 3, p. 227-239, 1981. ISSN 0007-1668. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00071688108447881>. Acesso em: 4 mar. 2019.

PETTEY, L. *et al.* Effects of beta-mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 1012-1019, 2002. ISSN 0021-8812.

ROBINSON, F. E.; FASENKO, G. M.; RENEMA, R. A. **Optimizing chick production in broiler breeders**. Edmonton: Spotted Cow Press, 2003. ISBN 9780973101218. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=fE9qLj2B8z4C>. Acesso em: 31 jan. 2019.

SATO, S. *et al.* Galectins in innate immunity: dual functions of host soluble β -galactoside-binding lectins as damage-associated molecular patterns (DAMPs) and as receptors for pathogen-associated molecular patterns (PAMPs). **Immunological Reviews**, Copenhagen, v. 230, n. 1, p. 172-187, 2009. ISSN 0105-2896.

SHASTAK, Y. *et al.* β -Mannan and mannanase in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 71, n. 1, p. 161-174, 2015. ISSN 0043-9339.

SLOMINSKI, B. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 2013-2023, 2011. ISSN 1525-3171.

SMITS, C. *et al.* The inhibitory effect of carboxymethylcellulose with high viscosity on lipid absorption in broiler chickens coincides with reduced bile salt concentration and raised microbial numbers in the small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 1534-1539, 1998. ISSN 1525-3171.

SPRATT, R.; LEESON, S. Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, n. 4, p. 683-693, 1987. ISSN 1525-3171.

SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Response of broiler chicks fed increasing levels of copra meal and enzymes. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 1, p. 13-18, 2006. ISSN 1682-8356.

WU, G. *et al.* Effects of β -mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 6, p. 894-897, 2005. ISSN 1525-3171.

ZANGIABADI, H.; TORKI, M. The effect of a β -mannanase-based enzyme on growth performance and humoral immune response of broiler chickens fed diets

containing graded levels of whole dates. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 42, n. 6, p. 1209-1217, 2010. ISSN 0049-4747.

ZHANG, L.; TIZARD, I. R. Activation of a mouse macrophage cell line by acemannan: the major carbohydrate fraction from Aloe vera gel. **Immunopharmacology**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 119-128, 1996. ISSN 0162-3109.

APÊNDICES



Figura 4. Vista externa aviário de matrizes de frangos de corte. Estação Experimental Agronômica UFRGS - Eldorado do Sul – RS



Figura 5. Vista interna aviário de matrizes de frangos de corte. Estação Experimental Agronômica UFRGS - Eldorado do Sul – RS



Figura 6. Machos e fêmeas na recepção as 20 semanas de idade.



Figure 7. Boxes Experimentais.



Figura 8. Ninhos de madeira. Cada box continha 6 ninhos de madeira. Os ovos foram coletados pelo corredor emu na porta traseira dos ninhos.



Figura 9. Coleta de ovos. Disposição das bandejas individuais para cada box.



Figura 10. Armazenagem de ovos. Temperatura controlada automaticamente por sistema de ar condicionado.



Figura 11. Separação de comedouros de machos e fêmeas.



Figura 12. Bandeja de nascimento.



Figura 13. Pintinhos de 1 dia no momento da coleta de dados.

VITA

Vínicus Rodrigues de Quadros, filho de Valdir de Quadros e Vera Regina Rodrigues, nascido em 02 de fevereiro de 1979, em Porto Alegre – RS. Completou o ensino fundamental e o ensino médio no Colégio Marista Champagnat, localizado na cidade de Porto Alegre – RS concluindo os estudos em dezembro de 1996. Em 1998 ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Formou-se Médico Veterinário em julho de 2004. Desde sua formação trabalhou na Agroindústria (Doux Frangosul, Cooperativa Languiru, Globoaves) e até o momento na empresa Elanco Animal Health. Possui MBA em Gestão Empresarial pela FGV, concluído em julho de 2013. No primeiro semestre de 2017 ingressou como aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRGS, sob orientação do professor PhD. Sergio Luiz Vieira. Foi submetido à banca de defesa de Dissertação em março de 2019.