

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

**FONTES ALTERNATIVAS DE METIONINA NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO
DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

CAMILA SOUSA VILANOVA

ARAGUAÍNA
2017

CAMILA SOUSA VILANOVA

**FONTES ALTERNATIVAS DE METIONINA NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO
DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Vargas G. Vieira

Araguaína
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

V696f Vilanova, Camila Sousa .
FONTES ALTERNATIVAS DE METIONINA NA DIETA SOBRE O
DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA. /
Camila Sousa Vilanova. – Araguaína, TO, 2017.

34 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2017.

Orientador: Danilo Vargas Gonçalves Vieira

1. Codorna Japonesa. 2. Desempenho. 3. Metionina. 4. Postura. I.
Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CAMILA SOUSA VILANOVA

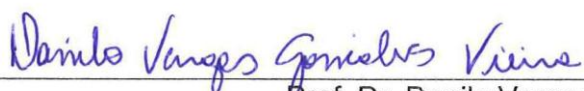
**FONTES ALTERNATIVAS DE METIONINA NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO DE
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Vargas G. Vieira

Aprovada em 30 de junho de 2017.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira
(Orientador)



Prof.a Dr.a Marilú Santos Sousa
(Avaliador)



Prof.a Dr.a Kênia Ferreira Rodrigues
(Avaliador)

Dedico este trabalho em especial aos meus pais Maria Iranide de Alencar Sousa e Fernando Vilanova Novaes Oliveira, e minha irmã Caroline Sousa Vilanova, que amo incondicionalmente. Dedico também aos meus professores que sempre me incentivaram a ir mais longe, me apoiando e sonhando junto comigo para a realização de tornar-me Zootecnista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pois sem Ele nada seria possível, caminho nenhum seria percorrido e sonho algum seria alcançado, Ele que esteve sempre comigo, presente nos melhores momentos e incomparavelmente nos mais difíceis. Obrigada Senhor por tudo, pois me destes mais do que um dia imaginei.

De todo meu coração e, amor incondicional, agradeço aos meus pais Fernando Vilanova Novaes Oliveira, Maria Iranide de Alencar Sousa e a minha irmã Caroline Sousa Vilanova, que nunca mediram esforços para me deixar ir, ir pra longe quando as coisas estavam difíceis e quando a saudade apertava incontrolavelmente, a vocês que sonham comigo todos os dias pela nossa conquista, porque ela é nossa, vocês são a razão de toda a dedicação e esforço para chegar até aqui.

Agradeço também a Jariciane Setúbal que é uma amiga em especial, que sempre esteve presente, que foi o meu exemplo de força para buscar os estudos, você foi um espelho pra mim, que me ajudou de várias maneiras incluindo pelo carinho que é recíproco, obrigada Jarice, você e sua família são pessoas essenciais na vida da minha família, amo muito vocês.

Quero agradecer as minhas amigas Juliana Anacleto, Natália Almeida e Latóya Bezerra, o que dizer sobre vocês? Vocês são as melhores amigas e irmãs, minha segunda família, são as pessoas que me deram as mãos sempre que precisei e que nunca me disseram não, e que vou levar pra sempre no meu coração. Obrigada por tudo que já fizeram por mim, por tudo que já passamos e por cada momento, amo vocês.

Agradecer ao meu orientador, Professor Dr. Danilo Vargas G. Vieira pela paciência e que me orientou durante dois anos como aluna de iniciação científica e também na sala de aula com disciplinas importantíssimas, o meu muito obrigada.

Obrigada aos meus colegas da graduação, que são muitos e lembrarei-me de cada um, sei que o tempo reservará caminhos diferentes para nós, mas nunca o esquecimento, ver os amigos contemplando seus objetivos profissionais faz cada um de nós se sentir realizado, pois uns ajudaram aos outros a cada passo da graduação, a conquista e o orgulho dos amigos é mútuo, valeu galera por tudo.

Agradeço a Universidade Federal do Tocantins por estar junto à realização de sonhos, não só o meu, mas o sonho da minha família também. Aos professores, que cada um com a sua forma de ensinar me ajudou a chegar até aqui, a conquistar

cada degrau passo a passo, a entender que para vencer é necessário lutar, lembrarei sempre de todos com carinho e gratidão.

E por fim, para todos que estiveram comigo durante essa fase da minha vida, nessa longa trajetória, meu obrigada de coração.

RESUMO

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia-PB, com o objetivo de determinar a disponibilidade das fontes alternativas de metionina (Metionina hiroxianáloga em pó – HMTBA.P e a líquida – HMTBA.L) em relação à fonte padrão (DL-Metionina - DLM) na dieta de codornas japonesas em postura, e verificar se a utilização da fonte análoga de metionina (HMTBA.L - 88% vs HMTBA.P - 84%) na forma líquida ou em pó não altera o desempenho das codornas. Foram adquiridas 1.200 codornas japonesas fêmeas (produção de ovos), com um dia de idade, ao completarem 40 dias as aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (100x30x20 cm), dispostas em quatro andares, montadas em esquema de escada. Foram utilizados 10 tratamentos com 10 repetições com 10 aves por unidade experimental (1.000 aves). Os tratamentos foram distribuídos nas respectivas unidades experimentais de acordo com o delineamento em inteiramente casualizados. Observou-se que as fontes de metionina usadas nas dietas (DLM; HMTBA.L e HMTBA.P) influenciaram o desempenho das codornas. Através da análise de contrastes ortogonais observa-se que as dietas com DLM proporcionaram melhor desempenho as codornas, todavia, não foi possível verificar efeito significativo ao comparar as dietas que continham as fontes HMTBA.L e HMTBA.P para as variáveis: consumo de ração; peso dos ovos; e massa de ovos. As demais variáveis (produção de ovos, conversão por massa de ovos e por dúzia de ovos) foram influenciadas pelas fontes de metionina presente nas dietas, ou seja, dietas com a fonte HMTBA.L proporcionaram melhores desempenho as codornas. A disponibilidade das fontes de metionina foram respectivamente: 100% DLM, 81% HMTBA.L e 79% HMTBA.P.

Palavras-chave: Codorna japonesa, desempenho, metionina, postura.

ABSTRAT

The experiment was conducted at the Poultry Sector of the Agricultural Sciences Campus of the Federal University of Paraíba, located in the city of Areia-PB, in order to determine the availability of alternative sources of methionine (Methionine hiroxianáloga powder - HMTBA.P and liquid - HMTBA.L) compared to the standard source (DL - Methionine - DLM) in the diet of Japanese laying quails, and to verify if the use of analogue methionine source (HMTBA.L - 88% vs HMTBA.P - 84%) in liquid or powder form does not alter quail performance. A total of 1,200 female Japanese quails (egg production) were purchased at one day of age. On completion of 40 days, the birds were housed in galvanized wire cages (100x30x20 cm), arranged in four stages, arranged in a ladder scheme. Ten treatments were used with 10 replicates with 10 birds per experimental unit (1,000 birds). The treatments were distributed in the respective experimental units according to the design in a completely randomized design. It was observed that the methionine sources used in the diets (DLM, HMTBA.L and HMTBA.P) influenced the performance of quails. By analyzing orthogonal contrasts, it can be observed that DLM diets provided better quails performance, however, it was not possible to verify a significant effect when comparing the diets containing the HMTBA.L and HMTBA.P sources for the following variables: feed intake; egg weight; and egg mass. The other variables (egg production, conversion by egg mass and dozen eggs) were influenced by the methionine sources present in the diets, that is, diets with the HMTBA.L source provided better quail performance. The availability of the methionine sources were respectively: 100% DLM, 81% HMTBA.L and 79% HMTBA.P.

Key words: Japanese quail, performance, methionine, posture.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Sugestões de aminoácidos para codornas japonesas em produção de ovos..... 10
- Tabela 2. Dietas experimentais em função da fonte de metionina e nível de suplementação.....
..14
- Tabela 3. Consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de metionina digestível.....21
- Tabela 4. Consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de metionina + cistina digestíveis para cada fonte de metionina.....24
- Tabela 5. Coeficiente angular (β_1) e coeficiente de determinação (r^2) das equações de regressão para as variáveis: consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) e biodisponibilidade das fontes HMTBA.L e HMTBA.P em relação à fonte padrão DLM.....26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Codornas Japonesas	8
2.2. Características dos Ovos de Codorna.....	9
2.3. Aminoácidos Essenciais	9
2.4. Metionina	10
2.5. Fontes de Suplementação de Metionina.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6. CONCLUSÕES.....	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

A criação de codornas para fins comerciais apresenta pontos muito importantes que a torna atividade de baixo custo e retorno financeiro rápido (ALBINO e BARRETO, 2003). Destacam-se entre estes pontos: rápido crescimento (PINTO et al., 2002); baixo consumo de ração (SILVA et al., 2012); persistência de postura (MARTINS, 2002); alta densidade de alojamento (OLIVEIRA, 2002) e apresentam maior tolerância ao calor do que frangos e poedeiras (SILVA et al., 2004).

Embora da mesma família que galinhas e frangos, as codornas contém o trato digestivo mais curto, o que diminui o tempo de permanência do bolo alimentar nos segmentos do trato digestivo (MURAKMI e FURLAN, 2002), o que confere a essas aves diferença no aproveitamento de energia dos alimentos (SILVA et al., 2003; SILVA et al., 2011) o que está diretamente relacionado com a composição e quantidade de alimento ingerida (FURLAN et al., 1998) e o aspecto físico do alimento (LEANDRO et al., 2001).

Considerando que a dieta das codornas contém uma quantidade maior de proteína que as rações de frangos e poedeiras (SILVA e COSTA, 2009; ROSTAGNO et al., 2011), e o custo da alimentação das codornas por unidade de produto (ovos ou carne) é, significativamente, maior. Este é um fato ainda mais agravante em regiões que o consumo de ovos e carne de codornas é pequeno. Essa condição é mais relevante em locais distantes das fábricas dos principais insumos que são utilizados na formulação das dietas, e das regiões que produzem milho e farelo de soja. Mas, à medida que, o conhecimento em nutrição evolui, as dietas estão sendo formuladas com menores custos e maior retorno econômico.

Avanços no conceito de proteína ideal (MITCHEL, 1964) e fabricação de aminoácidos suplementares (PARSONS e BAKER, 1994) permitem que sejam formuladas dietas o mais próximo possível das exigências das aves, e com baixo custo. Como as codornas tem maior exigência aminoácidos que outras aves na dieta, devido serem aves precoces, este pode ser um fator preponderante na formulação de dietas de menor custo.

Entre os nutrientes essenciais que influenciam diretamente o desempenho das aves, destaca-se a metionina, primeiro aminoácido limitante para esses animais quando são utilizadas dietas à base de milho e soja. A metionina desempenha

inúmeras funções no organismo das aves e tem também efeito no sistema imune (KALINOWSKI et al., 2003), na deposição de proteína (HRUBY, 1998), no metabolismo de lipídeos (JENSEN, 1990) e no metabolismo energético (BOOMGARDT e BAKER, 1973). Com relação aos níveis de metionina na dieta das aves, os mesmos podem alterar o peso e conseqüentemente a produção de ovos (COSTA et al., 2009; REIS et al., 2011).

Novas fontes de metionina estão disponíveis no mercado, na forma líquida e em pó. A mais utilizada nas dietas, a DL-Metionina (DLM) apresenta-se em pó. A metionina 2-Hidroxi-4-Metil-Butanoico (HMTBA) está disponível em solução líquida (HMTBA.L-88% de metionina) e em pó (HMTBA.P-84% de metionina). A fonte alternativa HMTBA é um alfa-ceto ácido de metionina, alfa-ceto ácidos são transformados eficientemente aos respectivos aminoácidos através da transaminação (NELSON e COX, 2011).

Diversos autores determinaram a disponibilidade da HMTBA em dieta para frangos de corte. É evidente que a eficácia de HMTBA depende tanto do tipo de dieta quanto do nível de suplementação, de tal forma que, dietas experimentais purificadas a base de aminoácidos suplementares parece favorecer a DLM. Porém, aves alimentadas com dietas comerciais contendo HMTBA podem ter melhores resultados do que aves que consomem dietas com DLM a níveis práticos de suplementação (VAZQUEZ-ANON et al., 2006a; VAZQUEZ-ANON et al., 2006b; GONZALEZ-ESQUERRA et al., 2007).

Para fazer a comparação de forma adequada, as dietas devem ser formuladas com base na concentração de produtos ativos (comparação equimolar), ou seja, HMTBA-88%, HMTBA-84% e DLM-99%. Com isso, as dietas experimentais terão a mesma concentração de metionina digestível (VAZQUEZ-ANON et al., 2006a; VAZQUEZ-ANON et al., 2006b; GONZALEZ-ESQUERRA et al., 2007).

Devido à raridade de trabalhos que determinem a disponibilidade de diferentes fontes de metionina para codornas, e este aminoácido ser imprescindível para produção de ovos, objetivou-se com este trabalho avaliar este efeito para as codornas japonesas no período de produção de ovos de 42 à 120 dias de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Codornas Japonesas

A coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário como excelente atividade produtiva, principalmente por requerer pequeno custo com investimento inicial e mão de obra, utilizando áreas pequenas, fácil manejo e proporcionando um rápido retorno de capital (SILVA et al., 2005).

O efetivo de codornas, independentemente da finalidade da criação (produção de carne ou ovos), continuou crescendo e, em 2015, alcançou a marca recorde de 21,99 milhões de cabeças, registrando um aumento de 8,1% frente a 2014.

SILVA et al. (2009), afirmam que a codorna é uma excelente alternativa para alimentação humana, pois a mesma pode ser utilizada tanto para a produção de carne como para a produção de ovos, e que é aceita mundialmente por ser um produto de excelente qualidade além de ser rica em aminoácidos essenciais, apresenta também baixa quantidade de gordura.

As codornas japonesas são desenvolvidas para alta produção de ovos mais nutritivos, e de qualidade superior com menor teor de colesterol (MINVIELLE & OGUZ, 2002), enquanto que as codornas mais pesadas vêm sendo selecionadas para uma maior taxa de ganho nas primeiras quatro semanas (AGGREYET et al., 2003). Com isso, novas pesquisas sobre a nutrição de codornas têm surgido na literatura nacional e internacional, a partir deste século.

O uso exagerado de proteína ou o desequilíbrio na relação entre os aminoácidos essenciais e não essenciais aumentam o catabolismo. Sendo assim, mais energia é desviada pelo organismo para sintetizar ácido úrico, conseqüentemente aumentando a perda fecal de nitrogênio, tornando indesejada a qualidade do ambiente nas instalações mal manejadas e planejadas, podendo interferir na saúde das aves e do homem.

A metionina é considerada um aminoácido essencial para o crescimento das aves, pois é doadora de radicais metil, necessários para a biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina, que estes são componentes corporais fundamentais para o crescimento normal dos animais. Além disso, quando presente no organismo a metionina pode ser catabolizada em cistina, porém, essa conversão não é reversível, porque a cistina não pode ir a metionina e por isso

torna-se necessário determinar sempre os níveis adequados destes aminoácidos, com a finalidade de atender essa inter-relação (BARBOSA, 1998).

O primeiro aminoácido limitante para aves é a metionina, tem-se também levado em consideração que, no mínimo, 55% dos aminoácidos sulfurados devem ser fornecidos na forma de metionina na ração para aves em todas as suas fases de criação (ROSTAGNO et al., 1996).

Segundo WHELLER e LATSHAW (1981), quando elevado o nível de metionina das dietas, ocorre um aumento no peso corporal e conseqüentemente diminuição no consumo de dieta, porém, quando as aves recebem dietas deficientes nestes aminoácidos, acontece o contrário, aumentando o consumo alimentar. Quanto maior o peso corporal, maior a quantidade de alimento necessário para fornecer energia para a manutenção, restando apenas uma pequena fração de energia para a síntese de proteínas.

2.2 Características dos Ovos de Codorna

O ovo é uma fonte alimentar rica em nutrientes essenciais. Segundo BERTECHINI, (2007) a casca representa 10% da composição proporcional do ovo, a clara, também chamada de albúmen, participa com 56% da composição total e é constituída por mais de 13 proteínas que tem alto valor biológico, a gema representa 32% da sua composição e contém maior fração de nutrientes essenciais, como proteínas, vitaminas, fosfolipídios, minerais e ácidos graxos essenciais.

De acordo com BRESSAN e ROSA (2002), o ovo é considerado um alimento de excelência na composição da dieta humana, devido sua proteína ter um alto valor biológico.

2.3 Aminoácidos Essenciais

Quando um aminoácido é estabelecido como essencial, significa que o organismo não pode sintetizá-lo em quantidades suficiente para manter o balanço de nitrogênio que é necessário para uma ótima taxa de crescimento, esse aminoácido deve ser fornecido na ração. Alguns aminoácidos são essenciais em determinadas condições o que significa que o mesmo pode ser essencial e não essencial para o mesmo animal, isso depende da sua condição, manejo sanitário e nutricional e temperatura (WALTFORD, 2011). Sendo assim, esses aminoácidos são

considerados condicionalmente essenciais. Na Tabela 1, estão apresentadas as exigências em aminoácidos essenciais para codornas japonesas em postura.

Tabela 1. Sugestões de aminoácidos para codornas japonesas em produção de ovos

Nutrientes	¹ Postura 1		¹ Postura 2		NRC
Proteína bruta (%)	20		23		20
EMAn (kcal/kg)	2.800		2.950		2.900
Aminoácidos (%)	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Arginina	1,35	1,26	1,48	1,38	1,26
Histina	0,45	0,42	0,49	0,46	0,42
Isoleucina	0,96	0,87	1,06	0,96	0,90
Fenilalanina	0,83	0,76	0,91	0,84	0,78
Fenilalanina+tirosina	1,56	1,42	1,72	1,57	1,4
Leucina	1,52	1,43	1,67	1,58	1,42
Lisina	1,08	0,95	1,20	1,05	1,00
Metionina	0,42	0,39	0,46	0,42	0,45
Metionina+cistina	0,78	0,70	0,80	0,72	0,70
Treonina	0,79	0,67	0,86	0,73	0,74
Triptofano	0,20	0,18	0,22	0,20	0,19
Valina	0,98	0,87	1,06	0,94	0,92

¹Fonte: Silva e Costa (2009).

EMAn = energia metabolizável corrigida; Dig. = digestível.

2.4 Metionina

Esse aminoácido apresenta várias funções essenciais no organismo das aves, entre elas, a principal é servir de substrato para ocorrer à síntese de proteínas, além disso, é precursor de alguns aminoácidos sulfurados, notadamente da cisteína que, assim como a metionina é utilizada para a síntese da proteína corporal, ela também deve ser utilizada na formação da pele e das penas, o que explica claramente a alta exigência desses aminoácidos pelas aves (BUNCHASAK e KEAWARUN 2006).

Nutricionalmente as recomendações de codornas japonesas durante a produção de ovos em PB, EMAn, metionina, cistina, metionina+cistina e lisina total foram atualizadas recentemente por Silva e Costa (2009). A metionina é classificada como o primeiro aminoácido limitante para aves, principalmente aves em postura, pois, os níveis de metionina digestível na dieta modificam o peso e também a produção de ovos (COSTA et al., 2009; REIS et al., 2011).

A metionina pode ser considerada como aminoácido glicogênico porque é metabolizado em ácido pirúvico através de succinil-CoA (LEHNINGER et al., 2002). A forma D é convertida em forma L por receber um grupo amino após a desaminação oxidativa in vivo. É normalmente aceito que as formas D e L são equivalentes em valor nutricional (BAKER e HAN, 1994; SWENSO e REECE, 1996; NELSON e COX, 2006).

A cistina é um aminoácido glicogênico não essencial, composto a partir da metionina no organismo. A cistina interage com a cisteína em uma reação de transformação mútua do tipo oxi-redução. O consumo de cistina ou cisteína pode diminuir as necessidades nutricionais de metionina. A cistina é indispensável para formação da pele, penas e pelos. Além do mais, é sabido que promove o sistema hematopoiético e causa a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, a cistina fornece ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para auxiliar a desintoxicação do organismo. Na forma de S adenosilmetionina é classificado como maior doador de grupamentos metil no organismo animal, sendo primordial para a biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina, ambos são componentes fundamentais para o desenvolvimento das aves (LEHNINGER et al., 2002).

A metionina também exerce um papel importante para o metabolismo dos fosfolipídios, do qual sua deficiência é conhecida por ocasionar prejuízos renais e hepáticos (KALINOWSKIET al., 2003).

2.5 Fontes de Suplementação de Metionina

Normalmente são utilizadas duas fontes de metionina industriais: a DL-Metionina, disponível na forma de pó ou na forma líquida como sal de sódio (DL-Metionina-Na) e a metionina hidroxianáloga (HMTBA), que se apresenta na forma de pó, como sal de cálcio (HMTBA-Ca), ou na forma líquida, como ácido livre (HMTBA-FA).

A DL-Metionina compreende 99% de metionina enquanto a HMTBA é tipicamente composta de 65% de monômeros, 23% de polímeros e 12% de água (LAWSON e IVEY, 1986). Os análogos da metionina não possuem o radical amina (NH_2). Por este motivo, a HMTBA não é apontada como um aminoácido, precisando passar por transformações enzimáticas no organismo animal. Quanto na forma

liquida, o hidróxianálogo aparece como um ácido (ácido 2-hidroxi-4-metilbutanoico) e na posição da amina está uma hidroxila (OH) (ROMBOLA et al., 2008).

As formas de absorção dos isômeros de metionina são diversas. A L-Met e a D-Met são absorvidas de maneira ativa, desta maneira podem ser absorvidos contra uma gradiente de concentração. Os isômeros da HMTBA são absorvidos de forma passiva, a favor do gradiente, sendo do mais concentrado para o menos concentrado (PENZ JR., 1994). Após a absorção, a HMTBA ou os isômeros D da DL-Metionina, devem ser convertidos a isômero L para serem usados no metabolismo (BARBI et al., 2004).

Vários trabalhos foram realizados para definir a disponibilidade da HMTBA em relação à DL-Metionina e os resultados encontrados comprovam a equivalência de 65% na base equimolar (THOMAS et al., 1991; WEERDEN et al., 1992; ROSTAGNO e BARBOSA, 1995; LEMME et al., 2002; LEMME, 2002b; LEMME e PETRI, 2003; JANSMAN et al., 2003; HOEHLER et al., 2005; PAYENE et al., 2006; VIANA et al., 2009 e SANGALI et al., 2014).

Da mesma forma, VÁZQUEZ-AÑÓN et al., (2006) analisando os resultados por meio dos modelos de regressão de platô, em separado para DL-Metionina e HMTBA, não encontraram diferenças de desempenho das aves recomendando conformidade dos produtos, quando suplementados em base equimolares.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia-PB. O experimento foi desenvolvido em parceria com o Grupo de Estudos em Tecnologias Avícolas, o qual é coordenado pelo professor Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa, sendo a parte experimental desenvolvido nesse local. A revisão, análise dos dados e revisão bibliográfica foram feitas na Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, coordenada pelo professor Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira e executada por mim Camila Sousa Vilanova.

Foram adquiridas 1.200 codornas japonesas fêmeas (produção de ovos) oriundas da Empresa Fujikura®, com um dia de idade. As aves foram criadas até a idade de 40 dias (no piso). Nesse período receberam água à vontade e duas dietas

(1-21 e 22-42 dias) formuladas para atender as exigências recomendadas por SILVA e COSTA (2009). Nesse período não se adotou programa de luz. A justificativa para não utilização de uma programação de luz foi devido ao fato que, na região Norte/Nordeste, os dias e as noites são praticamente iguais a maior parte do ano (entre 11h38min e 12h36min horas), o que torna as aves pouco sensíveis à percepção da mudança do comprimento do dia (HY LINE, 2013).

Ao completarem 40 dias as aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (100x30x20 cm), dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola continha três divisórias (33,33x30x20 cm) onde foram alojadas 10 aves correspondendo densidade de 100 cm²/ave. Foram utilizados comedouros (tipo calha na parte frontal da gaiola) e bebedouros (tipo nipple na parte posterior da gaiola). Após ficar registrado que o plantel atingiu 5% de produção as aves receberam dietas que atenderam as exigências na fase de postura (SILVA e COSTA, 2009). Nesse período as aves receberam estímulo luminoso correspondendo ao fotoperíodo de 17 horas de luz diárias (luz natural + artificial). Foi acrescida uma hora de luz por semana até completarem às 17 horas de luz. Ao completarem às 17 horas de luz, iniciou-se o período de avaliação da manutenção da postura, de forma que, foi verificada a estabilidade num período de 10 dias. Após esse período as aves foram pesadas individualmente e distribuídas pelo peso e, posteriormente, pela postura (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), a fim de garantir homogeneidade nas parcelas experimentais. As aves foram pesadas no fim da tarde, garantindo que todas tinham feito à postura nesse mesmo dia.

Foram utilizados 10 tratamentos/10 repetições com 10 aves por unidade experimental (1.000 aves). Os tratamentos foram distribuídos nas respectivas unidades experimentais de acordo com o delineamento inteiramente casualizado.

Os tratamentos (Tabela 2) consistiram de quatro níveis de metionina das fontes DLM-99%, HMTBA.L-88% e HMTBA.P-84%. A técnica de diluição de rações proposta por GOUS e MORRIS (1985) foi utilizada para a obtenção dos quatro níveis de cada fonte de metionina. Para corrigir a proteína bruta e energia metabolizável das dietas, em função da utilização das fontes de metionina, foi utilizado ácido glutâmico e amido de milho, respectivamente. A comparação da disponibilidade das fontes de metionina foi com base no fornecimento de metionina de cada fonte, ou seja, na base equimolar. Tratamento 01 - Ração Basal – deficiente em metionina + cistina digestível e sem suplementação. Tratamento 02; 05 e 08 = Dieta basal +

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Treonina	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142	0,0142
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amido de milho	0,2054	0,1635	0,1217	0,0800	0,1725	0,1397	0,1069	0,1652	0,1252	0,0852
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ácido glutâmico	0,3868	0,3013	0,2161	0,1310	0,2950	0,2037	0,1123	0,3038	0,2211	0,1385
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DLM-99%	---	0,0819	0,1635	0,2452	---	---	---	---	---	---
		0	0	0						
HMTBA.L-88%	---	---	---	---	0,0912	0,1821	0,2731	---	---	---
					0	0	0			
HMTBA.P-84%	---	---	---	---	---	---	---	0,0965	0,1927	0,2889
								0	0	0
Cloreto de colina	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitaminas¹	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minerais²	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antioxidante³	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inerte⁴	0,2717	0,3172	0,3625	0,4077	0,3051	0,3384	0,3716	0,3287	0,3855	0,4423
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proteína bruta⁵	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Energia metabolizável⁶	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,	2.800,
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cálcio⁵	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500
Fósforo disponível⁵	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
Sódio⁵	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Metionina + cistina^{5,7}	0,5624	0,6424	0,7224	0,8024	0,6424	0,7224	0,8024	0,6424	0,7224	0,8024
Lisina^{5,7}	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500
Treonina^{5,7}	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300
Valina^{5,7}	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400	0,9400

¹ Composição/kg produto: Vit. A - 12,000,000 IU; Vit. D₃ - 3,600,000 IU; Vit. B₁ - 2.5 g; Vit. B₂ - 8 g; Vit. B₆ - 3.0 g; Ácido pantotênico - 12 g; Biotina - 0.2 g; Vit. K - 3.0 g; Ácido fólico - 3.5 g; Ácido nicotínico - 40 g; Vit. B₁₂ - 20 mg; Excipiente q.s. - 1,000 g. ² Composição/kg produto: Mn - 160 g; Fe - 100 g; Zn - 100 g; Cu - 20 g; Co - 2 g; I - 2 g. Excipiente q.s. - 1,000 g. ³ Etoxiqum. ⁴ Caulim. ⁵ Valor percentual (%). ⁶ kcal/kg de dieta. ⁷ Aminoácidos digestíveis.

As análises estatísticas das características estudadas foram realizadas com auxílio do programa SAS (1999). Foram observados os pressupostos para realização da ANOVA (normalidade dos erros, erros aleatórios e independentes e homocedasticidade das variâncias). Verificada tais pressuposições e correções dos dados, caso necessário, e após foi feita análise de variância empregando o seguinte modelo: $Y = \mu + T_i + e_{ik}$.

Em que: μ = média geral dos dados; T_i = efeito dos tratamentos e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação em cada tratamento (i) e repetição (k).

As comparações entre tratamentos foram feitas por contrastes ortogonais e os contrastes foram definidos assim, a priori: $C_1 = m_i - (m_j)/3$; $C_2 = m_i - (m_k)/3$; $C_3 = m_i - (m_f)/3$; $C_4 = (m_j)/3 - (m_k)/3$; $C_5 = (m_j)/3 - (m_f)/3$; $C_6 = (m_k)/3 - (m_f)/3$.

Em que i representa a média do tratamento controle; j, k e f variando de 1 a 3, representam as médias dos grupos de tratamentos com DLM, HMTBA.L-88% e HMTBA.P-84%, respectivamente. Outra análise (para determinação da disponibilidade) foi realizada considerando apenas a dieta basal e os níveis de suplementação de uma mesma fonte de metionina, com a finalidade de verificar a ocorrência de efeito linear nos níveis de suplementação dentro de cada fonte (DLM; HMTBA.L-88% e HMTBA.P-84). Para determinação da disponibilidade da HMTBA.L-88% e HMTBA.P-84% em relação à DLM-99% (considerada como 100% disponível), foram usadas as relações dos coeficientes de regressão, adotando o seguinte modelo de regressão linear simples para cada fonte de metionina usada: $Y = \alpha + \beta_i + e_{ik}$. Em que: Y = valores observados das características avaliadas, α = intercepto; β_1 , β_2 e β_3 = coeficientes de regressão para DLM-99%, HMTBA-88% e HMTBA-84% respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que as fontes de metionina usadas nas dietas (DLM; HMTBA.L e HMTBA.P) influenciaram o desempenho das codornas (Tabela 3). Dietas que continha a fonte DLM o desempenho das codornas foi sempre superior. Analisando as duas fontes alternativas, não observou efeito significativo ao comparar a HMTBA.L e HMTBA.P para as variáveis: consumo de ração (P=0,2456); peso dos ovos (P=0,5047); e massa de ovos (P=0,1160), as demais variáveis foram influenciadas pelas fontes de metionina presente nas dietas (P<0,0001).

Tabela 3. Consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de metionina digestível.

Fonte¹	CR	PR	PO	MO	CMO	CDZ
Controle – Sem fonte	30,56	79,90	10,39	8,30	3,68	0,459
Controle + DLM	28,09	92,11	11,57	10,68	2,66	0,367
Controle + HMTBA.L	29,22	88,86	10,91	9,72	3,05	0,396
Controle + HMTBA.P	29,40	88,00	10,83	9,56	3,12	0,403
Média	29,32	87,22	10,93	9,56	3,13	0,406
Valor de P	*	*	*	*	*	*
CV ²	2,17	2,25	2,77	2,89	2,96	2,45
Contrastes	Valores de P					
Controle vs DLM	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Controle vs HMTBA.L	0,0001	0,0001	0,0020	0,0001	0,0001	0,0001
Controle vs HMTBA.P	0,0001	0,0001	0,0071	0,0001	0,0001	0,0001
DLM vs HMTBA.L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
DLM vs HMTBA.P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
HMTBA.L vs HMTBA.P	0,2456	0,0002	0,5047	0,1160	0,0309	0,0002

¹ O número total de tratamentos foram 10: Controle, mais três níveis de suplementação de metionina + cistina (M+C) para cada fonte, satisfazendo assim o pré requisito de T-1 contrastes possíveis. DLM – DL Metionina; HMTBA.L – Metionina hidroxianálogo líquida; HMTBA.P – Metionina hidroxianálogo em pó. ² Coeficiente de variação geral. *Valor menor que 0,0001.

Observou-se que quando as aves não receberam na dieta uma fonte suplementar de metionina (Tratamento Controle) em relação às aves que receberam uma das fontes, o desempenho foi inferior para todas as variáveis, ou seja, apresentaram maior consumo de ração (30,56 g/ave/dia), menor produção de ovos (79,90%), menor peso de ovos (10,39 g) e maior conversão por massa (3,68 g/g) e por dúzia de ovos (0,459 kg/dz), o que justifica a necessidade da suplementação deste aminoácido para as aves independentes da fonte.

Quando as aves recebem dietas deficientes em algum nutriente observa-se aumento no consumo de ração para manter a necessidade diária dos nutrientes (RODRIGUEIRO et al., 2000), fator verificado pelos contrastes: Controle vs DLM; Controle vs HMTBA.L e Controle vs HMTBA.P. Alguns autores (COSTA et al., 2009; SCOTTÁ et al., 2011) ao trabalharem com níveis diferentes de metionina nas dietas porem de uma única fonte (DLM) não observaram diferenças no consumo das aves,

mesmo para as dietas com menor nível de metionina, 0,60% de M+C para o trabalho de Scottá et al. (2011) e 0,55% de M+C para o trabalho de COSTA et al. (2009).

Outros autores como BURESH & HARMS (1986), SCHUTTE & WEERDEN (1987) e COSTA & BASTIANI, (1997) também não encontraram diferenças estatísticas no consumo de ração ao compararem duas fontes de metionina (DLM e HMTBA.L).

VIANA et al. (2009) trabalharam com duas fontes de metionina na dieta (DLM e HMTBA.L) não observaram diferença estatística no consumo das aves, embora em valores absolutos o consumo das aves com DLM foi menor que o consumo das aves em que a dieta havia HMTBA.L. Todavia foi verificado também menor consumo das aves que receberam a dieta sem suplementação de metionina.

Com relação às variáveis produtivas observa-se o mesmo padrão em relação ao consumo de ração, a dieta sem suplementação proporcionou pior desempenho as aves, já que, a metionina é fundamental para produção e peso dos ovos (COSTA et al., 2009; REIS et al., 2011).

Observou-se efeito linear significativo para os níveis de suplementação de M+C nas três fontes suplementares para todas as variáveis (Tabela 4).

As fontes de metionina suplementares apresentam análogos que diferem do aminoácido metionina da fonte padrão pois nos análogos há grupamento hidroxila (OH) no lugar do grupamento amina (NH₂), localizado no carbono alfa da molécula. Todas as fontes de metionina apresentam as duas formas isoméricas de molécula (L e D), precisando ser convertidos às formas D em L para utilização na formação proteica (BUTOLO, 2002).

Diferentes enzimas catalisam a oxidação dos dois isômeros das fontes DLM, HMTBA.L e HMTBA.P (DIBNER & KNIGHT, 1984). As conversões da HMTBA.L, HMTBA.P e DLM estão estabelecidas em outros animais, todavia há pouca informação em aves (DIBNER et al., 1992).

Tabela 4. Consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) de codornas japonesas alimentadas

com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de metionina + cistina digestíveis para cada fonte de metionina

Fonte	CR¹	PR¹	PO¹	MO¹	CMO¹	CDZ¹
Controle - Sem fonte (0,562 de M+C)	30,56	79,90	10,39	8,30	3,68	0,459
Controle + DLM + 0,08% de M+C	29,63	87,71	10,85	9,51	3,12	0,405
Controle + DLM + 0,16% de M+C	28,11	91,84	11,82	10,85	2,59	0,367
Controle + DLM + 0,24% de M+C	26,55	96,79	12,04	11,66	2,28	0,329
Valor de P	*	*	*	*	*	*
CV ⁴	2,17	2,25	2,77	2,89	2,96	2,45
	CR²	PR²	PO²	MO²	CMO²	CDZ²
Controle - Sem fonte (0,562 de M+C)	30,56	79,90	10,39	8,30	3,68	0,459
Controle + HMTBA.L + 0,08 de M+C	30,50	82,84	10,23	8,47	3,60	0,442
Controle + HMTBA.L + 0,16% de M+C	29,55	90,42	10,82	9,79	3,02	0,392
Controle + HMTBA.L + 0,24% de M+C	27,62	93,32	11,69	10,91	2,53	0,356
Valor de P	*	*	*	*	*	*
CV ⁴	2,17	2,25	2,77	2,89	2,96	2,45
	CR³	PR³	PO³	MO³	CMO³	CDZ³
Controle - Sem fonte (0,562 de M+C)	30,56	79,90	10,39	8,30	3,68	0,459
Controle + HMTBA.P + 0,08% de M+C	30,98	81,56	10,38	8,46	3,66	0,456
Controle + HMTBA.P + 0,16% de M+C	29,89	89,23	10,59	9,45	3,17	0,402
Controle + HMTBA.P + 0,24% de M+C	27,34	93,21	11,54	10,76	2,54	0,352
Valor de P	*	*	*	*	*	*
CV ⁴	2,17	2,25	2,77	2,89	2,96	2,45

DLM – DL Metionina; HMTBA.L – Metionina hidroxianálogo líquida; HMTBA.P – Metionina hidroxianálogo em pó; M+C – metionina + cistina digestível. ¹ Efeito linear para os níveis de DLM. ² Efeito linear para os níveis de HMTBA.L. ³ Efeito linear para os níveis de HMTBA.P. ⁴ Coeficiente de variação geral. *Valor menor que 0,0001.

Na tabela 5 estão apresentados os parâmetros da regressão, coeficiente de determinação e coeficiente angular de cada equação para cada variável em estudo.

Tabela 5. Coeficiente angular (β_1) e coeficiente de determinação (r^2) das equações de regressão para as variáveis: consumo de ração (CR – g/ave/dia), produção de ovos (PR - %), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g), conversão por

massa de ovos (CMO – g/g), conversão por dúzia de ovos (CDZ – kg/dúzia) e disponibilidade das fontes HMTBA.L e HMTBA.P em relação à fonte padrão DLM

Variáveis	DLM		HMTBA.L		HMTBA.P		Disponibilidade	
	r ²	β ₁	r ²	β ₁	r ²	β ₁	HMTBA.L	HMTBA.P
CR	98,7	-16,9175	84,47	-12,1975	72,3	-13,4225	72%	79%
PR	98,0	68,5325	96,3	59,8225	94,9	59,5275	87%	87%
PO	94,9	7,4125	78,5	5,6275	73,6	4,60	76%	62%
MO	99,0	14,2675	93,0	11,445	91,1	10,475	80%	73%
CMO	98,5	-5,91875	93,2	-5,03175	88,7	-4,88825	85%	83%
CDZ	99,2	-0,5345	97,0	-0,4505	90,9	-0,468	84%	88%
	Média						81%	79%

DLM – DL Metionina; HMTBA.L – Metionina hidroxianálogo líquida; HMTBA.P – Metionina hidroxianálogo em pó. r² = coeficiente de determinação; β₁ = coeficiente angular.

Pode-se observar que há diferença quanto à eficiência de utilização da metionina em função da fonte suplementar, sendo que, a DLM foi superior, todavia esta é tomada como sendo a padrão. Verifica-se uma disponibilidade média de 81% para fonte HMTBA.L e 79% para a fonte HMTBA.P.

A diferença na eficiência das fontes de metionina pode estar na absorção intestinal das mesmas. A DLM é absorvida de maneira ativa, já a HMTBA.L é absorvida de forma passiva, e uma pequena parte pode ser feita por carreadores (SUIDA, 2006).

Além da diferença quanto aos processos absorptivos, a microbiota intestinal parece afetar a absorção e eficiência das fontes de metionina por haver uma maior degradação pelos micro-organismos das fontes análogas (DREW et al., 2003), e ainda, pela forma de absorção da HMTBA.L ser quase que passiva, a mesma permanece mais tempo na luz do intestino, aumentando assim a ação dos micro-organismos, o que não aconteceria com a fonte DLM, pois a mesma apresenta quase toda absorvida antes de atingir o ceco das aves (HAN et al., 1990).

Contrariando HAN et al. (1990), DIBNER et al. (1992) e RICHARDS et al. (2005) afirmam que a HMTBA.L apresenta absorção ao longo de todo o intestino e ainda pode ser absorvida de forma ativa (DIBNER et al., 1992) e tão rápida quando a forma L-Metionina (KNIGHT & DIBNER, 1984) corroborando os achados de LARBIER (1988) e HAN et al. (1990), que observaram eficiência absorptiva de 100%

e 98% respectivamente para DLM e HMTBA.L, concluindo que a disponibilidade não está relacionada à absorção.

Outro fator que pode favorecer a eficiência maior para DLM reside no fato de que a HMTBA poucas frações monoméricas, o que lhe confere baixa biopotência (SAUDERSON, 1991; VAN WEERDEN et al., 1992), todavia essa ideia foi refutada por MARTIN-VENEGAS et al. (2006) ao comparar a absorção in vivo e in vitro de HMTBA com uma fonte contendo somente frações monoméricas.

Há varias controvérsias quanto aos resultados da eficiência das fontes suplementares de metionina em relação à fonte padrão. BAKER e BOEBEL (1980) não recomendaram a fonte HMTBA.L como única fornecedora de metionina suplementar na dieta, o mesmo sendo recomendado por SCHUTTE e WEEDERN (1987), THOMAS et al. (1991), VAN WEERDEN et al. (1992) e HUYGHEBAERT (1993). Todavia esses trabalhos não são unânimes, havendo pesquisas mais recentes que refutam esses achados mais antigos.

VISENTINI et al. (2005), BUNCHASAK e KEAWARUN (2006), ELWERT et al. (2008), LEITE et al. (2009) e VIANA et al. (2009) trabalhando com fontes suplementares de metionina na dieta de frangos de corte observaram equivalência nas fontes de metionina suplementares em relação à fonte DLM (padrão).

Com relação a trabalhos com poedeiras, CARVALHO et al. (2009) avaliaram e constataram que a disponibilidade da HMTBA.L foi calculada em 74,66; 73,97 e 71,17%, com base nos dados de produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar, respectivamente, conferindo à HMTBA.L disponibilidade média de 73,22% em relação à DLM, na base do produto. Esses resultados assemelham-se a presente pesquisa nos quais o valor médio da disponibilidade ficou em torno de 81% na base equimolar ou 71,23% na base do produto, já para a HMTBA.P a disponibilidade ficou em torno de 79% na base equimolar e 66,4% na base do produto.

Em outro trabalho ROMBOLA et al. (2008) trabalhando com frangas de reposição leves e semipesadas afirmaram que a DLM e a HMTBA (88%) proporcionaram desempenho semelhante para ambas às linhagens.

5. CONCLUSÕES

É preciso adicionar uma fonte suplementar de metionina as dietas das codornas japonesas em postura de 42 à 120 dias de idade, todavia as fontes de metionina afetam o desempenho das codornas, e aumento nos níveis dentro de cada fonte melhora a resposta produtiva.

A disponibilidade das fontes HMTBA.L e HMTBA.P em relação à fonte padrão DLM que foi a considerada mais eficaz, na base equimolar foram respectivamente 81 e 79%, já na base do produto a disponibilidade ficou em torno de 71,23 e 66,4%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGGREY, S.E.; ANKRA-BADU, G.A.; MARKS, H.L. Effect of long-term divergent selection on growth characteristics in Japanese quail. **Poultry Science**, v.82, p.538-542, 2003.

ALBINO L. F. T., BARRETO S. L. T. Criação de codornas para produção de ovos e carne. 209p, 2003.

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SANT'ANNA, R. et al. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizável e proteína digestiva de alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1059-1068, 1992.

ARAUJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAUJO, C.S.S.N. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.3, n.2, p. 1-10, 2001.

BAKER, D.H.; BOEBEL, K.P. Utilization of the D- and L-isomers of methionine and methionine hydroxylanalogue as determined by chick bioassay. **Journal of Nutrition**, v. 110, p.959-964, 1980.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.4, p.1441- 1447, 1994.

BARBI, J.H T.; DIBNER, J.; PEAK,S. Mais que uma fonte de metionina. **Revista AveWorld**, ago/set, 2004.

BARBOSA, R.J Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. Viçosa, MG. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa**, 84p, 1998.

BERTECHINI, A.G. O OVO DE CODORNA. In: **III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA**, 2007, Lavras: UFLA, 2007. p.33.

BRESSAN, M. C.; ROSA, F. C. Processamento e industrialização de ovos de codorna. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA NOVOS; broilers during two growth periods. **Poultry Science**, v. 60, p. 228-236, 1981.

BUNCHASAK, C.; KEAWARUN, N. Effect of methionine hydroxy analogfree acid on growth performance and chemical composition of liver of broiler chicks fed a corn-soybean based diet from 0 to 6 weeks of age. **Animal Science Journal**, v.77, p.95-102, 2006.

BUNCHASAK, C.; KEAWARUN, N. Effect of methionine hydroxy analog-free acid on growth performance and chemical composition of liver of broiler chicks fed a cornsoybean based diet from 0 to 6 weeks of age. **Animal Science Journal**, v. 77, p.95-102, 2006.

BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: CBNA, 430p. 2002.

CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Biodisponibilidade de fontes de metionina para poedeiras leves na fase de produção mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2383-2388, 2009.

CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO DE CODORNAS, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, v.1 p. 85-95, 2002.

COSTA, P. T. C.; BASTIANI, M. F. Avaliação de duas fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte (1-49 dias). **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 485-489, 1997.

DIBNER, J.J.; ATWELL, C.A.; IVEY, F.J. Effect of heat stress on 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL -methionine absorption measured in vitro. **Poultry Science**, v.71, p.1900-1910, 1992.

DIBNER, J.J.; ATWELL, C.A.; IVEY, F.J. Effect of heat stress on 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL-methionine absorption measured in vitro. **Poultry Science**, v. 71, p.1900-1910, 1992.

DREW, M.D.; VAN KESSEL, A.A.; MAENZ, D.D. Absorption of methionine and 2-hydroxy-4- methylthiobutanoic acid in conventional and germ-free chickens. **Poultry of Science**, v. 82, p.1149–1153, 2003.

ELWERT, C.; FERNANDES, E.A.; LEMME, A. Biological effectiveness of methionine hydroxy-analogue calcium salt in relation to DL-methionine in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, p.1506-1515, 2008.

GONZALES-ESQUERRA, R.; VAZQUEZ-ANON, M.; HAMPTON, T. et al. Evidence of a Different Dose Response in Turkeys When Fed 2-Hydroxy-4(Methylthio) Butanoic Acid Versus DL-Methionine. **Poultry Science** 86:517–524., 2007.

GOUS, R.M., MORRIS, T.R. Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to increasing concentrations of lysine. **British Poultry Science**, v.26(2): p.147-161, 1985.

HAN, Y.M. et al. Absorption and bioavailability of DLmethionine hydroxy analogue compared to DLmethionine. **Poultry Science**, v. 69, p.281-287, 1990.

HUYGHEBAERT, G. Comparasion of DL-methionine and methionine hydroxy analogue free acid in broiler by using multiexponential regression model. **British Poultry Science**, v. 34, p.343-351, 1993.

HY-LINE DO BRASIL. Disponível em:
<http://www.hyline.com.br/hyline/noticia.php?id_conteudo=9118eid_categoria=3eid_area=1> Acessado em 16 de março de 2014.

JANSMAN, A.J.M.; KAN, C.A.; WIEBENGA, J. Comparison of the biological efficacy of DL-methionine and hydroxyl-4-methyl-thiobutanoic acid (HMB) in pigs and poltry.

Centraal Veevoederbureau (CVB, Central Bureau for Livestock Feeding), **The Netherlands**, Documentation Report N°. 29, 2003.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR., E.T.; WYATT, C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. **Poultry Science**, v.82, p.1423-1427, 2003.

KNIGHT, D.C.; DIBNER, J.J. Comparative absorption of 2- hydroxy -4- (methylthio) butanoic acid and Lmethionine in the broiler chick. **Journal of Nutrition**, v.114, p.2179-2186, 1984.

KNIGHT, D.C.; DIBNER, J.J. Comparative absorption of 2- hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and Lmethionine in the broiler chick. **Journal of Nutrition**, v. 114, p.2179-2186, 1984.

LARBIER, M. Digesibilité et métabolisme de sources d'acides aminés sulfurés. In: **COMPTES - RENDUS DE LA CONFERENCE AVICOLE**, Caribe no 5 engraissement du poulet et nutrition azotée. **World Poultry Science Association**, v. 5, p.33-40, 1988.

LAWSON, C.Q. and IVEY, F J. Hydrolysis of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid dimer in two model systems. **Poultry Science**, v.65, p.1749–1753, 1986.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 975p, 2002.

LEITE, R.S.; ROCHA, J.S.R.; MICHELL, B.C. et al. Efeitos de planos nutricionais e de fontes de metionina sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n.5, p.1120- 1127, 2009.

LEMME, A.; HOEHLER, D.; BRENNAN, J.J et al. Relative effectiveness of methionine hydroxyl analog compared to DL-methionine in broiler chick. **Poultry Science**, v.81, p.838-845, 2002.

MINVIELLE, F.; OGUZ, Y. Effect of genetics and breeding on egg quality of Japanese quail. **World's Poultry Science**, v.58, p.291-295, 2002.

MITCHELL, H. H. Comparative nutrition of man and domestic animals. **Academic Press**, New York, 1964.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1. 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras. p.113-120, 2002.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NELSON, D.L., COX M.M. Lehninger – **Principles of Biochemistry**. 4.edição. 1119p, 2006.

PANDA, B.; SINGH, R. P. Developments in processing quail meat and eggs. **Worlds Poultry Science Journal**, London, v.46, p.220-234, 1990.

PARSONS, C.M., BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Maringá. Anais... Maringá: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.120-128, 1994.

PAYNE, R. L.; LEMME, A.; SEKO, H.; HASHIMOTO, Y.; FUJISAKI, H.; KORELESKI, J.; WIATKIEWICZ, S.; SZCZUREK, W. AND ROSTAGNO, H. Bioavailability of methionine hydroxy analog-free acid relative to DL-methionine in broilers. **Animal Science Journal**, v.77, p.427-439, 2006.

PENZ Jr. A.M. Metionina e hidróxinálogos (HMTBA) em nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, p.85-94, 1994.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002. quail. **World's Poultry Science**, v.58, p.291-295. 2002.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; GOMES, P. C. et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1031-1037, 2011.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; GOMES, P. C. et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1031-1037, 2011.

RICHARDS, J.D. et al. Comparative in vitro and in vivo absorption of 2-Hydroxy-4(methylthio) butanoic acid and methionine in the broiler chicken. **Poultry Science**, v. 84, p.1397–1405, 2005.

RODRIGUEIRO, R.; J.; B.; ALBINO, L.; F.; T.; ROSTAGNO, H.; S. Exigência de Metionina + Cistina para Frangos de Corte na Fase de Crescimento e Acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 507-517, 2000.

ROMBOLA, L. G.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A.; FARIA FILHO, D. E.; JUNQUEIRA, O. M. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.11, p.1990-1995, 2008.

ROMBOLA, L.G.; FARIA, D.E., DEPONTI, B.J. et al. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1990-1995, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO JR., P.; BARBOSA, W.A. Exigencias nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS, Vicosa, MG. **Anais...** Vicosa, MG: Universidade Federal de Vicosa, 1996, p.361-388.

ROSTAGNO, H.S.; BARBOSA, W.A. Biological efficacy and absorption of DL-methionine hydroxy analog free acid compared to DL-methionine in chickens as affected by heat stress. **British Poultry Science**, v.36, p.303-312, 1995.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, p.283, 2007.

SANGALI, C.L.; BRUNO, D.G.; NUNES, R.V.; NETO, A.R.O.; POZZA, P.C.; OLIVEIRA, T.M.M.; FRANK, R.; SCHÖNE, R.A. Bioavailability of different methionine sources for growing broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.43, n.3, pp. 140-145, 2014.

SAUNDERSON, C.L. Metabolism of methionine and its nutritional analogs. **Poultry International**, v. 30, p.30-38, 1991.

SCHUTTE, J.B.; WEERDEN, E.J. Effectiveness of methionine hydroxyl analogue as affected by the dietary level of L-methionine in chicks. **Nutrition Report International**, v. 36, n.2, p.253-259, 1987.

SCOTTÁ, B. A.; VARGAS JUNIOR, J. G.; PETRUCCI, F. B.; DEMUNER, L. F.; COSTA, F. G. P.; BARBOSA, W. A.; MARIN, J. F. V. Metionina mais cistina digestível e relação metionina mais cistina digestível: lisina para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 729-738, 2011.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2.ed. Jaboticabal SP: FUNEP, p.110, 2009.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2.ed. Jaboticabal SP: FUNEP, 110p, 2009.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F. G. P. et al. Exigências nutricionais de codornas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v. 13, n. 3, p.775-790 jul./set., 2012.

SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigência de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas na fase de 1 a 12 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004a.

SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; SILVA, E. L. et al. Energia Metabolizável de Ingredientes Determinada com Codornas Japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1912-1918, 2003 (Supl. 2).

SILVA, M.A.; CORREA, G.S.S.; CORREA, A.B. et al. Exigencia de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase inicial (sete a 21 dias). In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, Goiania. **Anais...** Goiania: **Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis**. CD-ROM. Nutricao de Não ruminantes. NNR-1135, 2005.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigencias nutricionais de calcio e fosforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38 , n . 8 , p. 1509 - 1517, 2009 .

SUIDA, D. Aminoácidos: Essencial na alimentação dos animais. **Feed & Food**, v. 1, n.1, p.40-43, 2006.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes - **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 856p., 1996.

THOMAS, O.P. et al. An evaluation of methionine hydroxy analogue free acid using a non linear (exponential) bioassay. **Poultry Science**, v. 70, p.605-610, 1991.

THOMAS, O.P.; TAMPLIN, C.; CRISSEY, S.D. et al. An evaluation of methionine hydroxy analogue free acid using a non linear exponential bioassay. **Poultry Science**, v.70, p.605-610, 1991.

VAN WEERDEN, E.J.; SCHUTTLE, J.B.; BERTRAM, H.L. Utilization of the polymers of methionine hydroxy analogue free acid (MHA-AL) in broiler chicks. **Archive Fuer Geflügelkunde**, v. 56, p.63-68, 1992.

VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; KRATZER, D.; GONZALEZ-ESQUERRA, R.; YI, G. F.; AND KNIGHT, C.D. A multiple regression model approach to contrast the performance of 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid and DL-methionine supplementation tested in broiler trials that are reported in the literature. **Poultry Science**, 2006.

VIANA, M.T.S. et al. Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.9, p.1751-1756, 2009.

VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.R.; BARRETO, S.L.T.; CARVALHO, D.C.O.; GOMES, PC. Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.9, pp. 1751-1756, 2009. Vicosá, MG: Universidade Federal de Vicosá, 1997. 51p. Dissertacao (Mestrado em Zootecnia).

VISENTINI, P. et al. Levels of substitution of Dimethionine by methionine hydroxy analogue in basis equimolar in broilers diets. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n.6, p.1400-1405, 2005.

WATFORD M.; KUTSCHENKO M.; NOGUEIRA E.T. Optimal dietary glutamine for growth and development. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40, p. 384-390 (supl. especial). 2011.

WEERDEN, E.J.V.; SCHUTTE, J.B.; BERTRAN, H.L. Utilization of the polymers of methionine analogue free acid (HMTBA-FA) in broilers chicks. **Arch Gefliigelkd**, v.56, p.63-68, 1992.

WHEELER, K. B.; LATSHAW, J. D. Sulfur amino acid requirement and interactions in broilers during two growth periods. **Poultry Science**, v. 60, p. 228-236, 1981.