



LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

**DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS
SUPLEMENTADAS COM ÁCIDOS
ORGÂNICOS APÓS PICO DE POSTURA**

LAVRAS – MG

2013

LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

**DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E DESEMPENHO DE
CODORNAS JAPONESAS SUPLEMENTADAS COM ÁCIDOS
ORGÂNICOS APÓS PICO DE POSTURA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Dr. Luis David Solis Murgas

LAVRAS -MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Santos, Luziane Moreira dos.

Digestibilidade de nutrientes e desempenho de codornas
japonesas suplementadas com ácidos orgânicos após pico de postura
/ Luziane Moreira dos Santos. – Lavras : UFLA, 2013.

74 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Luis David Solis Murgas.

Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Cotornicultura. 3. Codornas - Vilosidades. 4.
Codornas - Nutrientes - Digestibilidade. 5. Codornas - Postura. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.59

LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

**NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA
FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE
EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 4 de outubro de 2013

Prof. Adriano Geraldo – IFMG/BambuÍ

Prof. Raimundo Vicente de Sousa – DMV/UFLA

Prof. Roberto Maciel de Oliveira – DZO/UFLA

Prof. Édison José Fassani – DZO/UFLA

Prof. Luis David Solis Murgas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, pela Sua infinita bondade e misericórdia.

Aos meus pais, Iraci (*in memorian*) e Terezinha, por
seus exemplos, ensinamentos e confiança.

OFEREÇO

Aos meus familiares, irmãos, irmãs, sobrinhos,
cunhados e, em especial, ao meu filho
Francisco, e a meu esposo, Lawrence, que
foram meu apoio e encorajaram-me nos
momentos mais difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo período de concessão de bolsa de estudos.

Ao orientador, Prof. Luis David Solis Murgas, e em especial ao co-orientador, Prof. Edison José Fassani, pela valiosa orientação, ensinamentos, confiança, incentivo, os quais possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos professores Adriano Geraldo (IFMG- Bambuí), Roberto Maciel (UFLA), Raimundo Vicente de Sousa (UFLA) e Márcio Gilberto Zangerônimo (UFLA), pela colaboração e participação na banca examinadora.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, pelos ensinamentos e amizade.

Aos colegas Letícia, Solange, Alisson, Marcos Paulo, Josimar, Marcelo, Verônica, Edwin e Frederico, que foram fundamentais durante a condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pela colaboração durante a condução dos experimentos e realizações das análises laboratoriais, e pela amizade, carinho e atenção.

Aos amigos da Pós-graduação, com os quais tive oportunidade de conviver durante o curso, especialmente Renata, Elisângela e Luciana.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Ação dos ácidos orgânicos	11
2.1.1 Digestibilidade dos nutrientes	11
2.1.2 Microbiota intestinal	13
2.1.3 Vilosidades intestinais	15
2.1.4 pH	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Local e período experimental	20
3.2 Aves e instalação	20
3.3 Tratamentos e manejo experimentais	20
3.4 Análise de desempenho	22
3.5 Análise da digestibilidade dos nutrientes	24
3.6 Avaliação microscópica das vilosidades	25
3.7 Determinações do pH e capacidade tamponante	26
3.9 Análises microbiológicas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43
ANEXOS	53

RESUMO

Observando-se a possível utilização dos ácidos orgânicos como promotores do desempenho de codornas, avaliaram-se o desempenho, qualidade dos ovos, digestibilidade de nutrientes e morfologia intestinal de codornas japonesas após pico de postura, as quais receberam rações suplementadas com ácidos orgânicos. Foram utilizadas 360 aves com 41 semanas de idade, distribuídas em um delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas (4 períodos de 21 dias) e oito repetições com 9 aves cada uma. Os tratamentos constaram de uma ração-controle (RC), RC com ácido fumárico, RC com butirato de sódio, RC com formiato de cálcio e RC com lactato de cálcio. O formiato de cálcio proporcionou maior porcentagem de albúmen e o butirato de sódio, maior peso dos ovos ($p < 0,05$) em todos os períodos avaliados. A ração contendo formiato de cálcio apresentou maiores energia metabolizável aparente, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta ($p < 0,05$). O formiato de cálcio e butirato de sódio proporcionaram maior comprimento das vilosidades do duodeno e jejuno, respectivamente ($p < 0,05$). A ração com butirato de sódio proporcionou menor profundidade de criptas no duodeno e íleo, e também maior relação vilo:cripta no jejuno, enquanto a ração com lactato de cálcio proporcionou a menor relação vilo:cripta no íleo. A menor contagem total de bactérias encontradas no ingluvío e jejuno foi com a utilização do ácido fumárico e, no ceco, com o lactato de cálcio. Os ácidos orgânicos demonstraram potencial para uso como promotores de desempenho para codornas japonesas, proporcionando maior peso dos ovos e melhorando a digestibilidade dos nutrientes e morfometria intestinal.

Palavras-chave: Avicultura. Coturnicultura. Metabolismo. Morfometria intestinal. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

Observing the possible use of organic acids in improved performance of quail, evaluated the performance, egg quality, nutrient digestibility and intestinal morphology of Japanese quails in post peak production phase, fed diets supplemented with organic acids. Were used 360 birds at 41 weeks of age, distributed in a randomized block design with split-plots (4 periods of 21 days), with eight repetitions to 9 birds. The treatments consisted of a control diet (RC), RC with fumaric acid, RC with sodium butyrate, RC with calcium formate and RC with calcium lactate. Calcium formate showed higher percentage of albumen and sodium butyrate higher egg weight ($p < 0,05$) in all periods. A diet containing calcium formate showed higher apparent metabolizable energy, metabolization coefficient of dry matter and metabolization coefficient of crude protein ($p < 0,05$). Calcium formate and sodium butyrate villus length increased the duodenum and jejunum, respectively ($p < 0,05$). A diet with sodium butyrate resulted in less crypt depth in the duodenum and ileum, and also the highest villous: crypt in the jejunum. While the diet with calcium lactate provided the lowest villus: crypt in the ileum. The lowest total count of bacteria found in the crop and jejunum with the use of fumaric acid and cecum with calcium lactate. Organic acids have shown potential for use as promoters performance of Japanese quails, providing increased egg weight and improving nutrient digestibility and intestinal morphology.

Keywords: Poultry. Quails production. Metabolism. Intestinal morphology. Egg quality.

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem apresentado um desenvolvimento bastante acentuado nos últimos tempos e os principais fatores que contribuem para isso são o rápido crescimento da ave, a maturidade sexual precoce, a alta produtividade, a longevidade na produção, o baixo investimento inicial e, conseqüentemente, o rápido retorno financeiro. A produção de ovos é bastante elevada, podendo atingir 300 ovos na sua vida útil, que é de aproximadamente um ano.

A continuidade da produção de ovos durante o ano é de grande importância, visto que o consumidor torna-se cada vez mais exigente em relação à existência do produto na prateleira. Cabe ressaltar que ainda não há estudos que indiquem exatamente qual seria a idade ideal para o descarte de um lote de codornas japonesas, recebendo dietas balanceadas. O descarte das aves geralmente ocorre com 370-380 dias de vida, quando a produção de ovos decresce linearmente e alcança índices inferiores aos 70%, não se justificando mais a manutenção do plantel em atividade produtiva. A melhoria ou manutenção do peso do ovo é outro fator de importância na espécie. Hoje essa condição da manutenção da produção é alcançada mediante as melhorias que vêm sendo obtidas nas áreas de melhoramento genético, manejo e nutrição.

Muitas vezes, as condições comerciais de criação apresentam maior desafio sanitário para as aves, e codornas japonesas em fase de pós-pico de produção já se encontram por um longo período expostas a patógenos e vetores; portanto, são animais que já podem estar com reduzida capacidade absorptiva e com maior propensão a problemas sanitários. Na produção de ovos de codornas não se utilizam frequentemente antibióticos e, por esse motivo, aditivos naturais podem auxiliar na manutenção do desempenho dessas aves.

Os ácidos orgânicos têm sido utilizados como aditivos de rações animais para melhorar o desempenho das aves. A acidificação dos alimentos tem potencial para controlar bactérias, podendo melhorar o crescimento e a eficiência alimentar, eliminando micro-organismos que competem por nutrientes. Os ácidos orgânicos são adicionados à dieta para auxiliar na prevenção e minimizar as infecções por bactérias patogênicas, pois eles alteram o pH, passando a ter uma ação antibacteriana. Os ácidos orgânicos, se usados corretamente junto com medidas nutricionais, de manejo e biossegurança, podem ser uma ferramenta poderosa para manter a saúde do trato intestinal das aves, e conseqüentemente seu desempenho.

Para o uso de ácidos orgânicos em dietas de codornas, há necessidade de adaptações, visto que existem diferenças anatômicas e fisiológicas essenciais nos sistemas digestivos das aves. Além disso, para que a expansão na utilização dos ácidos orgânicos ocorra de forma precisa e racional, há necessidade de melhor compreensão dos seus mecanismos de ação e dos fatores que interferem no resultado de seu uso.

Tendo em vista que poucos pesquisadores fazem referência ao uso de ácidos orgânicos para codornas e sua possível utilização como promotores do desempenho dessas aves, objetivou-se com este trabalho o estudo da ação desses ácidos sobre o desempenho, qualidade de ovos, digestibilidade dos nutrientes e morfometria intestinal de codornas japonesas, durante a fase pós-pico de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ação dos ácidos orgânicos

A falta de consistência sobre os efeitos dos ácidos orgânicos sobre o desempenho, microbiota, digestibilidade e morfometria intestinal nos animais demonstram a necessidade de melhor compreensão dos seus mecanismos de ação e dos fatores que interferem no resultado de seu uso para que a expansão na utilização ocorra de forma precisa e racional. Essa inconsistência nos resultados deve-se à falta de controle de variáveis como pH do trato digestivo, capacidade tampão dos ingredientes da dieta, presença de antimicrobianos na dieta, condição sanitária do ambiente, heterogeneidade da microbiota intestinal e resistência dos micro-organismos a substâncias químicas estressantes, como os ácidos orgânicos.

2.1.1 Digestibilidade dos nutrientes

Os nutrientes que podem ser absorvidos e aproveitados pelo animal para as suas necessidades de manutenção, crescimento e reprodução devem ser misturados com os sucos digestivos, que contêm as enzimas responsáveis por hidrolisar as proteínas, gorduras ou açúcares, complexos que não podem ser absorvidos diretamente, pois tais macromoléculas se encontram em grande parte imobilizados dentro de tecidos ou estruturas celulares.

Segundo Machado et al. (2007), os ácidos orgânicos ou seus sais possuem um papel multifuncional, podendo levar à melhora na digestão, absorção e retenção de muitos nutrientes. A redução do pH gástrico é uma das explicações para tal, o que resulta em um aumento de retenção gástrica e aumento da atividade de enzimas proteolíticas. Ainda segundo Mroz et al.

(2000), a redução do pH estomacal proporciona a ativação do pepsinogênio, aumentando a digestibilidade proteica. O baixo pH gástrico é essencial para a eficiente digestão de proteínas, pois os produtos finais da digestão pela pepsina entram no duodeno e estão envolvidos na estimulação da secreção de enzimas pancreáticas e bicarbonato, e a digesta de pH baixo, ao chegar no duodeno encontram receptores que respondem à alta concentração de íons hidrogênio e causam retardos no esvaziamento gástrico (REECE, 2008). Ainda, segundo o mesmo autor, em resposta a soluções ácidas, ocorre liberação da secretina que, além de inibir a secreção de gastrina, estimula a secreção de pepsinogênio, favorecendo a digestão proteica. Segundo Partanen (2001), o aumento da secreção enzimática pelo pâncreas em resposta à acidificação do trato gastrointestinal pode resultar no aumento da digestibilidade das dietas, particularmente das mais simples, assim como da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos. Em decorrência da baixa taxa de esvaziamento gástrico, muitas moléculas de proteínas podem ser mais bem hidrolisadas, com efeito benéfico sobre a digestão das proteínas (GABERT; SAUER, 1994). Ainda, segundo Kidder e Manners (1978), o volume da digesta no estômago e o pH da região pilórica estimulam a taxa de esvaziamento gástrico. A diminuição do pH da digesta proporciona redução na taxa de esvaziamento gástrico, o que permite maior tempo para a hidrólise das proteínas no estômago.

Segundo Partanen e Mroz (1999), os ácidos orgânicos, além de estimularem a secreção pancreática, podem influenciar na morfologia da mucosa intestinal e servirem como substrato no metabolismo intermediário. Runho et al. (1997) constataram aumento da energia metabolizável (EMAn) em dietas suplementadas com ácido fumárico para galos. Os autores observaram que a adição de 1,0% de ácido fumárico na ração proporcionou aumento de 1,06% na EMAn, em relação à ração isenta de ácido.

Miller (1987) relatou que micro-organismos entéricos constituem preocupação para a indústria de aves domésticas. Eles competem com a ave por nutrientes disponíveis do alimento; além disso, alguns deles são patogênicos para as aves e até para o homem. Os ácidos orgânicos têm potencial para controlar todas as bactérias entéricas, tanto patogênicas quanto não patogênicas. Adicionalmente, podem melhorar o desempenho e a eficiência alimentar por meio da eliminação dos micro-organismos que competem com a ave por nutrientes.

Segundo Dibner e Buttin (2002), a consequente redução de infecções subclínicas contribui para o aumento da digestibilidade dos nutrientes e com a redução da demanda por nutrientes do sistema imune associado ao trato gastrintestinal.

2.1.2 Microbiota intestinal

Um balanço saudável da microbiota é essencial para o bem-estar animal, saúde e desempenho zootécnico, pois influencia fortemente o estado nutricional do animal.

Os ácidos orgânicos possuem um efeito antibacteriano específico, principalmente para ácidos orgânicos de cadeia curta, sendo particularmente efetivos contra *E. coli*, *Salmonella* e *Campylobacter* (DIBNER; BUTTIN, 2002; RICKE, 2003).

A principal ação benéfica dos ácidos orgânicos no trato gastrintestinal parece estar relacionada à redução da população microbiana patogênica, pois sabe-se que a presença de bactérias ocasiona inflamação e espessamento da parede intestinal, reduzindo a eficiência e capacidade de absorção. Além disso, o estabelecimento de microbiota benéfica no trato gastrointestinal, favorecida

pelos ácidos orgânicos, influencia positivamente a digestão. As condições ácidas conferidas pelos ácidos orgânicos são também necessárias para impedir a passagem de micro-organismos potencialmente prejudiciais ao intestino delgado; essa ação antimicrobiana ocorre porque o ácido diminui a capacidade de aderência da bactéria com fimbria à parede intestinal, tendo ainda forte capacidade de desnaturação sobre as proteínas (BELLAVÉR; SCHEUERMANN, 2004).

Quando estão na forma não dissociada, os ácidos orgânicos são lipofílicos e podem difundir-se facilmente através da membrana da bactéria para o citoplasma da célula (MROZ, 2000; PARTANEN et al., 2001). Uma vez dentro da célula, na qual o pH é próximo do neutro, eles são dissociados e liberam prótons que acidificam o citoplasma, o que resulta na dissipação da força próton-motora, suprimindo o sistema enzimático, o transporte de nutrientes, o metabolismo de aminoácidos e energia e a síntese de DNA (CHERRINGTON et al., 1991). O efeito bactericida dos ácidos também pode ser resultado do acúmulo de ânions na célula. Além dessas causas, a porção catiônica liberada dos ácidos reduz o pH da célula, obrigando a célula bacteriana a utilizar sua energia para liberar prótons, levando a uma exaustão celular (DAVIDSON, 2001; GAUTHIER, 2005; LANGHOUT, 2005; PARTANEN, 2002).

Entretanto, Stratford et al. (2009) demonstraram que nem todos os ácidos orgânicos exercem sua atividade antimicrobiana reduzindo o pH no citoplasma. No caso do ácido sórbico, por exemplo, observa-se que concentrações inibitórias desse ácido não reduzem o pH citoplasmático e acredita-se que a membrana citoplasmática seja o primeiro sítio de ação dele, e a lesão da membrana, a perda da sua integridade e o aumento a permeabilidade a prótons causariam a morte do microrganismo. Conforme Lambert e Stratford (1999), o ácido se difunde livremente por meio da parede celular em sua forma

não dissociada e seu acúmulo torna-se tóxico para a bactéria mediante mecanismos complexos que implicam desequilíbrio aniônico, conduzindo a problemas osmóticos internos e interferindo na síntese de proteína. Os ácidos orgânicos na sua forma não dissociada não poderão penetrar na parede celular da bactéria.

Os ácidos orgânicos possuem poder bacteriostático e bactericida gram-negativo, *in vitro*, desde que apresentem quantidades suficientes de moléculas ácidas dissociadas e que haja contato com a bactéria por tempo adequado (SALMOND; KROL; BOOTH, 1984; YOUNG; FOEGEDING, 1993). As hipóteses que sustentam o uso dos ácidos orgânicos relacionam-se com o efeito inibidor do desenvolvimento de fungos nas matérias-primas e rações, proliferação de enterobactérias e como potencializador, aumentando a disponibilidade dos nutrientes para as aves (PENZ JÚNIOR; SILVA; RODRIGUES, 1993). Os ácidos propiônico e fórmico, associados ou não, têm mostrado boa ação no controle de enterobactérias (BERCHIERI; BARROW, 1996).

2.1.3 Vilosidades intestinais

A integridade intestinal das aves tem um impacto direto na eficiência de sua produção, por isso é necessária a adoção de medidas visando a aumentar a longevidade dos enterócitos, pois a ave gasta cerca de 20% da energia bruta consumida para manutenção do epitélio intestinal, o que significa um elevado custo energético. Assim, quando ocorrem lesões nesse tecido, além da redução do volume de substrato digerido e absorvido, há ainda uma maior demanda energética para a renovação celular. Dessa forma, a rentabilidade da atividade avícola é diretamente afetada quando a integridade intestinal está prejudicada. Para reduzir esse impacto, é importante a adoção de medidas preventivas durante

todo o ciclo produtivo, que visam a manter o intestino íntegro. A integridade do trato gastrointestinal é fundamental para que os processos digestivos possam ocorrer normalmente. As vilosidades intestinais são responsáveis pela digestão e absorção dos nutrientes, de maneira que vilosidades longas conferem maior capacidade digestiva e absorptiva (CUNNINGHAM, 1992).

No intestino, à medida que as células das criptas se multiplicam, elas migram para a base das vilosidades e, quando atingem o topo das vilosidades, perdem-se por causa da idade e da exposição à digesta. Dessa forma, o que determina o tamanho das vilosidades é a velocidade com que as células se perdem no ápice delas, comparada com a velocidade com que elas são substituídas pelas células da cripta. Vilosidades curtas provocam menor digestão e absorção de nutrientes, devido à perda absoluta de superfície intestinal e porque as células que se perdem são as células maduras das regiões apicais das vilosidades, principais responsáveis pelas atividades do intestino delgado, tanto de secreção como de absorção (CUNNINGHAM, 1992).

De acordo com Macari (1999), o número de vilosidades e seu tamanho, bem como o de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, e na presença de nutrientes, a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção. Os enterócitos apresentam função secretora quando estão na cripta, e função de absorção quando migram para a vilosidade, o que significa que a absorção líquida no intestino delgado depende da razão entre a altura das vilosidades e da profundidade das criptas (AV/PC) (BUDDLE; BOLTON, 1992). O desenvolvimento da mucosa intestinal decorrente do equilíbrio entre a renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante da mitose sofrida por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo das vilosidades (UNI et al., 2000; UNI; GANOT; SJLAN, 1998) e perda de células (extrusão) que ocorre

normalmente no ápice das vilosidades proporcionam um turnover celular (síntese-migração-extrusão) constante. Isso sugere a manutenção da espessura do epitélio e, em decorrência, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Entretanto, quando o intestino responde a algum agente, com desequilíbrio no turnover celular, favorecendo um dos processos mencionados, ocorre modificação na altura das vilosidades (PLUSKE; HAMPSON; WILLIAMS, 1997).

Os ácidos orgânicos são fonte de energia prontamente disponível para os animais, benefício que justifica o fato de contribuírem com os enterócitos, proporcionando o aumento das vilosidades e maior absorção de nutrientes (VAN IMMERSSEEL et al., 2004). Os ácidos orgânicos podem, também, apresentar efeitos na morfologia intestinal. Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados com os ácidos fórmico, propiônico, láctico, cítrico ou seus sais correspondentes e, em menor intensidade, com o butírico, apesar de sua importância como nutriente e fator trófico para o epitélio intestinal (KNUDSEN et al., 2003).

A ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos também acaba interferindo na saúde das células e integridade intestinal, pois a presença de microrganismos no trato digestivo eleva potencialmente a competição por nutrientes, acelera a passagem do alimento, aumenta a descamação de células intestinais e estimula a secreção de mucina pelas células caliciformes (APAJALAHTI, 2005), portanto, a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos pode ser relevante para a mucosa intestinal, favorecendo a estrutura e o crescimento das vilosidades.

O butirato, sal de ácido butírico, é considerado um importante nutriente para a integridade do epitélio ao longo do trato gastrointestinal (SCHEPPACH et al., 1996), no qual apresenta diversos efeitos nas células, influenciando a sua maturação e diferenciação (SMITH; YOKOYAMA; GERMAN, 1998),

promovendo aumento na proliferação celular (MROZ, 2005) e auxiliando na manutenção da integridade do epitélio.

2.1.4 pH

Os ácidos orgânicos podem reduzir o pH estomacal, o que poderia acarretar aumento da atividade de algumas enzimas e promover aumento na proliferação de células do cólon e do jejuno (MAIORKA et al., 2004) e redução na carga microbiana do trato digestivo (BELLAVÉR; SCHEUERMANN, 2004). Além da ação antimicrobiana, outros efeitos têm sido apontados aos ácidos orgânicos, abrangendo benefícios associados com a acidificação, como aumento da atividade enzimática digestiva, da atividade da fitase microbiana, da secreção pancreática e evidências de aumento no crescimento da mucosa gastrointestinal (DIBNER; BUTTIN, 2002); porém, esses autores declaram que até aquele momento não há dados que demonstrem que a resposta aos ácidos orgânicos pelas aves ocorra com aumento da secreção pancreática e de bile. Ainda segundo esses autores, o tipo e a concentração do ácido orgânico utilizado na dieta e, conseqüentemente, sua proporção de formas dissociadas e não dissociadas, assim como acidez intraluminal da digesta também pode alterar a eficácia e, portanto, os resultados. Chaveerach et al. (2002) demonstram que a magnitude do efeito antimicrobiano é dependente de pH.

Outro fator que influencia a resposta dos ácidos orgânicos é a capacidade tampão da dieta e essa pode ser uma das razões dos resultados conflitantes em relação aos estudos com ácidos orgânicos. A capacidade tamponante da dieta é influenciada pela fonte e quantidade de proteína e de minerais da dieta.

Segundo Machado et al. (2007), a capacidade tamponante de um alimento ou dieta define uma propriedade de amortização da acidez promovida

pelo acidificante, opondo-se às variações de acidez por meio de complexas reações bioquímicas. Sendo assim, o potencial acidificante de determinado produto depende não somente da quantidade e tipo de ácidos envolvidos ou de seu pK_a , mas também da capacidade tamponante da dieta onde serão adicionados tais ácidos. Se a capacidade tamponante do alimento for muito alta, a variação de pH medida será pequena ou inexistente, indicando forte capacidade do alimento em neutralizar os prótons liberados pela dissociação do ácido. Os sais dos ácidos orgânicos exercem menor influência no pH da dieta e, em geral, enquanto os ácidos reduzem a capacidade tamponante da ração, alguns sais podem aumentá-la (PARTANEN; MROZ, 1999), promovendo diferentes respostas no desempenho dos animais.

Por serem expressos logaritmicamente, uma unidade de pH acima do pK_a de um ácido indica que 90% do ácido encontra-se na forma não dissociada e, com 2 unidades de pH acima do pK_a , 99% do ácido estará não dissociado. Isso é particularmente importante no processo digestivo, pois, na dependência do pH dos compartimentos digestivos, haverá ação ou não do ácido em questão (BELLAVAR; SCHEUERMANN, 2004).

Todavia, segundo Dibner e Buttin (2002), a atividade antibacteriana desses ácidos não é atribuída somente ao potencial de redução no pH do meio, mas principalmente à sua capacidade de dissociação, a qual depende do pK_a do ácido e do pH do meio em que está atuando. Medidas do pH dos segmentos intestinais das aves apresentam médias de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (STURKIE, 1986). Desse modo, ácidos orgânicos com mais de um pK_a ou misturas de ácidos orgânicos com diferentes pK_a apresentam dissociação em diferentes pH e podem manter a ação antimicrobiana em maior extensão intestinal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido no Galpão de Coturnicultura do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de fevereiro a maio de 2013, com parecer favorável da Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA (UFLA), protocolo nº 006/13.

3.2 Aves e instalações

Foram utilizadas 360 codornas japonesas em fase de pós-pico de postura (270 dias de idade). As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com bateria vertical de gaiolas de arame galvanizado medindo 33 cm de largura, 35 cm de comprimento e 11 cm de altura e piso com malha de 0,5 cm, dotadas de comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple e mantidas em uma densidade de 128 cm²/ave. O controle da temperatura e da umidade relativa do ar foi feito por meio de cortinas e monitorados por termômetros de máxima e mínima. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, duas vezes ao dia (8 e 18 horas), durante todo o período experimental e a iluminação controlada por *timer* (16 h diárias), com intensidade máxima de 20 lux.

3.3 Tratamentos e manejo experimental

As rações foram isonutritivas (tabela 1), à base de milho e farelo de soja, e formuladas visando a atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2001).

Tabela 1 Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingrediente	Controle	Ácido Fumárico	Butirato de sódio	Formiato de cálcio	Lactato de cálcio
Milho	54,86	54,86	54,86	56,62	55,28
Farelo de soja	33,56	33,56	33,56	33,19	33,26
Óleo de soja	1,93	1,93	1,93	1,34	1,84
Sal comum	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
L-lisina HCL, 78%	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
DL-metionina, 98%	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Px minerais ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Px vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de colina	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Calcário calcítico	6,61	6,61	6,61	5,80	6,57
Fosfato bicálcico	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Ácido fumárico	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Butirato de sódio	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00
Formiato de cálcio	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Lactato de cálcio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Caulim (inerte)	1,00	0,00	0,85	0,00	0,9
Total	100	100	100	100	100
Nutrientes	Composição calculada				
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800
PB (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina digestível (%)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Met+Cist digestível (%)	0,858	0,858	0,858	0,86	0,857
Sódio (%)	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
Cálcio (%)	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
Pdisp (%)	0,303	0,303	0,303	0,304	0,303
Triptofano digestível (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Treonina digestível (%)	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67

¹Premix Minerais (por kg do produto): Mg – 75000 mg; Zn – 70000 mg; Fe – 50000 mg; Cu – 8500 mg; I – 1500 mg; Co – 200 mg

²Premix Vitamínico (por kg do produto): Vit A – 7000000 UI; D3 – 2100000 UI; E – 50000 mg; K3 – 2000 mg; B1 – 2000 mg; B2 – 4000 mg; B6 – 3000 mg; B12 – 3000 mg; Niacina 39800 mg; Ac. Pantotênico – 15620 mg; Ac. Fólico – 1000 mg; Se – 200 mg; Biotina – 100 mg

Os tratamentos constaram de uma ração-controle, sem ácidos orgânicos, e quatro rações suplementadas com ácidos orgânicos, de acordo com as recomendações dos fabricantes, como demonstrado e descritos a seguir:

Tratamento 1 – Ração-controle, sem ácidos orgânicos;

Tratamento 2 – Ração-controle + 1% de ácido fumárico;

Tratamento 3 – Ração-controle + 0,15% de butirato de sódio protegido;

Tratamento 4 – Ração-controle + 1% de formiato de cálcio;

Tratamento 5 – Ração-controle + 0,1% de lactato de cálcio.

As aves foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas (quatro períodos de avaliação de 21 dias cada um) e com oito repetições de nove aves cada uma.

Durante o experimento, a ração e a água foram fornecidas à vontade e, ao final do experimento (final do quarto período de 21 dias), uma ave por unidade experimental (40 aves) foi eutanasiada por deslocamento cervical para colheita de amostra de conteúdo intestinal e segmentos intestinais destinados à análise da histologia, pH e microbiota intestinal.

3.4 Análise de Desempenho

As rações foram pesadas e mantidas em baldes identificados em cada parcela. Semanalmente, os comedouros foram esvaziados e as sobras pesadas para o cálculo do consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras.

Os ovos foram colhidos diariamente e a produção de ovos por parcela, anotada. A produção dos ovos, em porcentagem, foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos, totalizados por parcela, pelo número de aves.

Os ovos foram pesados semanalmente para obtenção do peso médio e realizados os cálculos da massa de ovo multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos por parcela, sendo a conversão alimentar por massa de ovo calculada pela relação entre o consumo de ração e a massa de ovo produzida. Do total de ovos colhidos por repetição, foram selecionadas três

unidades para determinação dos pesos e porcentagens de gema, albúmen e casca e unidade Haugh. Após separação manual dos componentes, as cascas foram secas ao ar e, posteriormente, pesadas. As porcentagens foram obtidas dividindo-se os pesos de albúmen, gema e casca pelo peso médio dos ovos, sendo o resultado multiplicado por 100.

Ao final de cada período experimental, todos os ovos da parcela foram utilizados para determinação do peso específico, determinado pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamiltom (1982). Foram feitas imersões dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 10 litros de água em densidades de 1,064 a 1,092, em intervalos de 0,004. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade, e retirados ao flutuarem. Os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes foram anotados e, posteriormente, efetuaram-se os cálculos da densidade média dos ovos. Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com densímetro.

A unidade Haugh é uma medida utilizada para medir a qualidade interna do ovo e foi obtida com base nos dados relativos ao peso do ovo e à altura do albúmen do respectivo ovo, sendo estes dados submetidos a seguinte fórmula:

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

em que: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Os dados de cada período de 21 dias foram agrupados e analisados pela análise de variância, aplicando-se o teste de médias de Student Newman Keuls ($p < 0,05$), para comparação dos tratamentos.

3.5 Análise da digestibilidade dos nutrientes

Durante os três últimos dias do experimento, os comedouros foram esvaziados e preenchidos com as rações experimentais, pesadas para a determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, com duração de três dias consecutivos, conforme metodologia de coleta total de excretas descrita por Rodrigues et al. (2005). Para isso, foram utilizadas bandejas coletoras forradas com plásticos resistentes. Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta, sendo posteriormente descongeladas, pesadas, homogêneas e retiradas alíquotas de 400 gramas e secas em estufas de circulação de ar a 65°C, até peso constante para análises posteriores. Em seguida, as amostras foram moídas e encaminhadas ao Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia (UFLA) para a determinação da matéria seca, nitrogênio e energia bruta, segundo metodologia do INCT- Viçosa (DETMANN et al., 2012).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, os valores da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das rações foram calculados de acordo com as fórmulas descritas por Matterson et al. (1965) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$CD(\%) = [(MS/PB \text{ ingerida} - MS/PB \text{ excretada}) \times 100] / MS/PB \text{ ingerida}$$

Para os cálculos dos valores da EMAn das rações, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$EMAn \text{ da ração} = [MS \text{ ing} \times EB \text{ ração} - MS \text{ exc} \times EB \text{ exc} - (8,22 \times BN)] / MS \text{ ingerida} (\text{kcal/kg})$$

$$BN = (MS \text{ ing} \times \% N \text{ da ração})/100 - (MS \text{ exc} \times \% N \text{ exc})/100$$

Em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

MS ing = matéria seca ingerida

EB = energia bruta

MS exc = matéria seca excretada

EB exc = energia bruta excretada

BN = balanço de nitrogênio

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o SISVAR. Os tratamentos foram comparados pelo teste de médias SNK a 5%.

3.6 Avaliação microscópica das vilosidades intestinais

As vilosidades do duodeno, jejuno e íleo foram avaliadas microscopicamente. Para essa avaliação, foram coletados segmentos de quatro aves por tratamento. Depois de coletados, os segmentos de 1cm foram fixados em formalina 10% por 24 horas e, em seguida, mantidos em álcool 70% até o processamento. As amostras foram preparadas segundo a técnica descrita por Junqueira e Junqueira (1983).

As amostras foram desidratadas em bateria com gradiente alcoólico crescente, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina (ponto de fusão de 56 a 58°C). Foram obtidos cortes histológicos de 4 µm de espessura e colocados em lâminas histológicas e secas em estufa a 37°C. Para avaliar a morfologia das

estruturas ao microscópio de luz, os cortes foram desparafinados e reidratados segundo métodos histológicos de rotina e submetidos à coloração de Hematoxilina e Eosina (H-E) e, posteriormente, as lâminas foram montadas em meio à base de tolueno.

Foram confeccionadas duas lâminas por segmento e em cada uma foram realizadas medições (comprimento em linha reta, de acordo com unidade adotada - μm) de 5 vilosidades bem orientadas do duodeno, utilizando-se microscópio óptico, perfazendo um total de 40 medições de vilosidades por tratamento. As lâminas foram fotografadas utilizando-se microscópio óptico de luz CX31 (Olympus, Japão) acoplado à câmera digital Altra SC30 (Olympus, Japão).

3.7 Determinação do pH e capacidade tamponante

Após a coleta do intestino, os conteúdos do inglúvio, pró-ventrículo, duodeno, jejuno, íleo e intestino grosso foram retirados por meio de pressão e avaliado o pH, utilizando-se peagâmetro digital. Os conteúdos foram colocados em frascos contendo 15 ml de água destilada. Os frascos foram agitados por 30 minutos e deixados em descanso por cinco minutos e, logo após, determinou-se o pH segundo a metodologia empregada por Coon et al. (1990).

Para a mensuração do pH das rações, foram diluídos 10 gramas de ração em 50 ml de água destilada e, em seguida, agitadas por 30 minutos, deixando em repouso por cinco minutos e, em seguida, procedeu-se à leitura do pH segundo metodologia descrita por Krause, Harrison e Easter (1994).

Para a determinação do pH inicial (pHi) e titulação utilizou-se a metodologia adotada por Bockor (2009): foram pesados 10 g de amostra previamente moída (<1 mm) para a diluição em 90 g de água destilada e deionizada, e o pH foi mensurado com peagâmetro, sob agitação magnética

constante, em temperatura ambiente. Quando o pH_i foi superior a 5,0, adicionou-se gradativamente a solução ácida 0,1 N, até atingir o pH 5,0, aceitando-se uma variação de +/- 0,05 unidades. A mistura foi mantida sob agitação por 15 min e, quando o pH da solução se alterou em mais de 0,1 unidade, a titulação foi continuada, até estabilização do pH. A acidez ou alcalinidade tituláveis (AT) foi calculada segundo a metodologia utilizada por Giger-Reverdin et al. (2002), definida como a quantidade de ácido ou base requerida para alterar o pH entre o pH_i e 5,0, com os resultados expressos em mEq/100 g de matéria seca (MS) do alimento. A capacidade tamponante (CT) foi então, calculada dividindo os valores de AT pelo intervalo de pH considerado na determinação.

3.8 Análises microbiológicas

Para as avaliações microbiológicas, no final do período experimental, foram coletadas amostras do conteúdo do inglúvio, intestinos delgado e grosso e cecos das aves, para determinação da contagem total de bactérias. Em cada ave abatida, as seções do intestino e cecos, previamente isoladas e separadas por ligaduras, foram removidas, acondicionadas em vidros estéreis, colocadas em caixa térmica contendo gelo e imediatamente transportadas ao Laboratório de Microbiologia.

Foi coletado de cada segmento 1 g do material e imediatamente transferidos para erlenmeyers de 250 ml, contendo 99 ml de água peptonada estéril. Com base nessa amostra, foi obtida uma diluição de 10^{-2} , a qual foi utilizada para as diluições subsequentes até 10^{-6} . Das diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} , foi feito plaqueamento de 0,1 ml de cada diluição e em triplicata em meio TSA (*trypticase soy agar*). As placas foram incubadas por 48 horas a 37° C;

posteriormente, foi feita a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), sendo os resultados expressos como log de UFC/g.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se os resultados obtidos no desempenho das codornas, tabela 2, pode-se observar que não houve influência dos ácidos orgânicos na produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e massa dos ovos ($p>0,05$).

Tabela 2 Desempenho de codornas japonesas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

	PR	CR	CA	MO
Controle	89,64	25,99	2,53	10,36
Ácido Fumárico	92,39	25,47	2,43	10,56
Butirato de sódio	89,71	25,98	2,51	10,43
Formiato de cálcio	91,73	26,09	2,50	10,52
Lactato de cálcio	91,56	25,78	2,48	10,48
CV	4,82	2,03	4,93	4,76

PR (produção, %), CR (consumo de ração, g), CA (conversão alimentar por massa, g/g), MO (massa de ovo, g)

Letras diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK ($p<0,05$)

Na qualidade dos ovos, tabela 3, os ácidos orgânicos influenciaram a porcentagem de albúmen ($p<0,05$); porém, não influenciaram a porcentagem de gema e de casca, peso específico e Unidade Haugh ($p>0,05$). A ração contendo formiato de cálcio proporcionou maior porcentagem de albúmen que a ração sem ácido; contudo, não diferiu das rações contendo ácido fumárico e butirato de sódio. Porém, as rações contendo ácido fumárico e butirato de sódio também não diferiram das rações contendo lactato de cálcio e da ração sem ácido orgânico, que apresentaram a mesma porcentagem de albúmen. Os ácidos provavelmente proporcionaram acréscimo de proteína e sólidos totais no albúmen.

Tabela 3 Qualidade dos ovos de codornas japonesas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

	%G	%CA	%ALB	PE	UH
Controle	30,55	8,34	61,11B	1,072	94,08
Ácido Fumárico	29,97	8,07	61,89AB	1,071	94,45
Butirato de sódio	30,13	7,96	61,92AB	1,071	93,94
Formiato de cálcio	29,77	8,10	62,13	1,071	94,36
Lactato de cálcio	30,50	8,35	61,15	1,071	94,17
CV	3,33	6,56	1,86	0,11	1,00

%G (porcentagem de gema), %CA (porcentagem de casca), %ALB (porcentagem de albúmen), PE (peso específico) UH (unidade Haugh).

Letras diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK ($p < 0,05$)

Os resultados observados no presente trabalho discordam dos encontrados por Gama et al. (2000) que, trabalhando com uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, láctico, cítrico e ascórbico) para poedeiras, observaram maior produção de ovos nas aves que receberam ração com a mistura e não observaram diferenças na qualidade e no peso dos ovos. Todavia, os mesmos autores também não observaram diferença nos valores de unidade Haugh. Os mesmos resultados encontrados para o desempenho das aves neste trabalho foram verificados por Bonato et al. (2008), utilizando uma mistura inespecífica de ácidos orgânicos, os quais observaram que essa mistura não afetou o consumo de ração nem a qualidade interna (unidade Haugh) e externa (peso específico) dos ovos de poedeiras comerciais em final de ciclo de produção; porém, a inclusão de 400 g/t de ácido melhorou a produção de ovos. Melhora na produção de ovos foi observada também por Sengor et al. (2007), quando alimentaram matrizes velhas com uma mistura de ácidos orgânicos. Contudo, Świątkiewicz, Koreleski e Arczewska (2010), fornecendo uma mistura de ácidos

orgânicos para poedeiras velhas, também não observaram diferenças na taxa de postura, massa de ovo, consumo de ração e conversão alimentar (g/g). Soltan (2008), ao utilizar uma mistura de ácidos orgânicos (ácido fórmico, butirato, propionato e lactato) para poedeiras, observou que a suplementação com 780 ppm da mistura aumentou a produção de ovos, a porcentagem de gema e acarretou uma pequena diminuição na porcentagem de albúmen, porém, não teve efeito sobre o peso médio dos ovos. Em estudo da suplementação com (ácido fenilático) para poedeiras, Wang et al. (2009) observaram aumento na produção de ovos e na UH.

Pode-se observar, no entanto, que houve influência dos ácidos orgânicos no peso dos ovos ($p < 0,05$), ocorrendo interação entre o ácido utilizado e o período experimental, como pode ser observado no desdobramento apresentado na tabela 4. No primeiro período de avaliação, a ração sem ácido, juntamente com a ração contendo butirato de sódio, apresentaram maior peso dos ovos que os tratamentos contendo ácido fumárico, formiato de cálcio e lactato de cálcio. No segundo período de avaliação, a ração contendo formiato de cálcio proporcionou aumento do peso dos ovos, passando a apresentar maior peso, juntamente com as rações sem ácido e com butirato de sódio. Já no terceiro período de avaliação, pode-se observar que a ração contendo butirato de sódio proporcionou maior peso dos ovos, juntamente com a ração com formiato de cálcio que, no entanto não diferiu da ração com lactato de cálcio, e as rações com ácido fumárico e sem ácidos apresentaram menor peso dos ovos.

Tabela 4 Peso dos ovos (g) de codornas japonesas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

Per. Exp.	Controle	Ácido fumárico	Butirato de sódio	Formiato de cálcio	Lactato de cálcio
1	11,59Aa	11,43Bab	11,56Ab	11,43Bc	11,40Bb
2	11,55Aa	11,44Bab	11,56Ab	11,53Ab	11,39Bb
3	11,44Cb	11,37Cb	11,70Aa	11,65ABa	11,57Ba
4	11,51Bab	11,50Ba	11,66Aa	11,58ABab	11,36Cb
Média	11,53	11,44	11,62	11,55	11,43

CV (%)= 0,71

Per. Exp.= período experimental

Letras maiúsculas diferentes na linha representam diferença significativa, SNK (p<0,05)

Letras minúsculas diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK (p<0,05)

A ração com butirato de sódio manteve o maior peso dos ovos no quarto período de avaliação, porém, não diferiu da ração com formiato de cálcio que, por sua vez, apresentou o mesmo peso de ovos da ração sem ácido e com ácido fumárico. Todavia, a ração contendo butirato de sódio mostrou-se eficiente, apresentando maior peso dos ovos em todos os períodos avaliados.

Ao avaliar o peso dos ovos das codornas que receberam a ração sem ácidos orgânicos ao longo dos quatro períodos de avaliação, observa-se que houve diminuição do peso a partir do terceiro período, apesar de o peso dos ovos no quarto período não diferir dos dois primeiros. Nas codornas que receberam ração com ácido fumárico, pode-se observar que no terceiro período ocorreu uma diminuição do peso dos ovos, porém, no quarto período, o peso dos ovos aumentou, chegando a ser maior do que o peso apresentado nos dois primeiros períodos. Já o peso dos ovos das codornas que receberam ração com butirato de sódio aumentou a partir do terceiro período, mesmo aumento observado no peso dos ovos das codornas que receberam ração com formiato de cálcio, que apresentou aumento a partir do segundo período. As codornas que receberam ração com lactato de cálcio apresentaram um aumento do peso dos ovos no

terceiro período, porém, no quarto período, diminuiu, chegando ao mesmo peso apresentado nos dois primeiros períodos.

Nos vários estudos realizados, verifica-se uma grande variabilidade de resultados obtidos com o uso desses aditivos alimentares, que pode ser consequência de vários fatores, como composição e poder tampão da dieta, tipo e nível de inclusão dos ácidos orgânicos utilizados, idade dos animais, padrões de higiene e de bem-estar animal e condições ambientais (BLANK et al., 1999; MROZ, 2005).

Os ácidos orgânicos mostraram-se eficientes em manter o peso e a produção de ovos de codornas em pós-pico de postura, pois espera-se que o peso diminua nessa fase de produção, como ocorreu com as codornas que receberam ração sem ácido. No entanto, os ácidos orgânicos mantiveram ou até mesmo aumentaram o peso dos ovos das codornas, podendo ser resultado da maior disponibilização de nutrientes para a formação do ovo, proporcionado pela ação dos ácidos orgânicos.

Como pode ser observado na tabela 5, as rações contendo ácido fumárico, formiato de cálcio e lactato de cálcio apresentaram maior energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do que a ração contendo butirato de sódio, enquanto a ração sem ácido apresentou a menor EMAn. Runho et al. (1997) também constataram aumento da energia metabolizável (EMAn) em dietas suplementadas com ácido fumárico para galos. Os autores observaram que a adição de 1,0% de ácido fumárico na ração proporcionou aumento de 1,06% na EMAn, em relação à ração isenta de ácido. Segundo o autor, os resultados indicam um efeito potencializador do ácido fumárico sobre o aproveitamento da energia da ração.

Tabela 5 Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) em

codornas japonesas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

	EMAn	CMMS	CMPB
Controle	2708C	69,12B	35,53B
Ácido Fumárico	2856A	69,87B	32,68C
Butirato de sódio	2787B	70,59A	34,94B
Formiato de cálcio	2856A	71,22A	40,05A
Lactato de cálcio	2866A	69,73B	34,76B
CV	1,22	1,00	3,92

Letras diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK ($p < 0,05$)

Smulikowska et al. (2009), utilizando butirato de sódio protegido e uma mistura de ácidos orgânicos (ácido fumárico, formiato de cálcio, propionato de cálcio e sorbato de potássio), observaram aumento da EMAn para frangos de corte.

Observa-se também que as rações contendo butirato de sódio e formiato de cálcio apresentaram maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS); tal fato pode explicar o maior peso dos ovos apresentado pelas aves que receberam rações com esses ácidos. Segundo Partanen e Mroz (1999), o ácido fórmico afeta principalmente a digestibilidade da proteína bruta, exercendo pouca influência na digestibilidade da matéria seca e energia. Jongbloed et al. (2000) também observaram efeito positivo do ácido fórmico sobre a digestibilidade da matéria seca para suínos. Mroz et al. (2000) observaram que rações contendo os ácidos fumárico, fórmico e butírico melhoraram a digestibilidade total da maioria dos nutrientes avaliados, chegando a apresentar um aumento de 1,1% na digestibilidade da MS e 1,7% na digestibilidade da PB, respectivamente. Os mesmos autores também observaram efeito desses ácidos sobre a digestibilidade ileal da matéria seca e proteína bruta.

Contudo, segundo Partanen e Mroz (1999), o efeito dos ácidos orgânicos sobre a digestibilidade dos nutrientes depende do tipo e quantidade de ácido utilizado. A ração com formiato de cálcio também apresentou maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), enquanto a ração contendo ácido fumárico apresentou o menor CDPB. O maior CDPB nas aves que receberam ração com formiato de cálcio confirma o fato de que a maior porcentagem de albúmen dos ovos das codornas que receberam esse tratamento deve-se à maior disponibilidade de proteína para deposição no ovo. Esse resultado condiz com Schöner (2001), que relata que a adição de ácido fórmico na dieta reduz a formação de amônia no estômago de leitões, que pode ser causada pela redução da desaminação dos aminoácidos, resultando em maior disponibilidade de aminoácidos para absorção e retenção de proteína. Ainda, segundo Lückstädt e Mellor (2011), com a acidificação da digesta, a taxa de esvaziamento gástrico é reduzida, proporcionando um maior tempo para a hidrólise da proteína no estômago, pois os produtos finais da digestão pela pepsina entram no duodeno e estão envolvidos na estimulação da secreção de enzimas pancreáticas e bicarbonato, e a digesta de pH baixo, ao chegar no duodeno, encontram receptores que respondem à alta concentração de íons hidrogênio e causam retardos no esvaziamento gástrico (REECE, 2008). Ainda segundo o mesmo autor, em resposta a soluções ácidas, ocorre liberação da secretina que, além de inibir a secreção de gastrina, estimula a secreção de pepsinogênio, favorecendo a digestão proteica.

O menor CDPB apresentado pela ração com ácido fumárico pode ser explicado, como pode ser observado na tabela 6, pela maior capacidade tamponante em relação às demais rações, o que, segundo Blank et al. (1999), reduz a digestibilidade ileal aparente da proteína bruta e dos aminoácidos da dieta. Esses mesmos autores não observaram diferenças na digestibilidade da proteína bruta em leitões que receberam rações com ácido fumárico. Além disso,

segundo Viola e Vieira (2004), a capacidade tamponante da dieta altera o efeito do ácido fumárico na digestibilidade da proteína e aminoácidos da dieta.

Tabela 6 pH inicial e capacidade tamponante (meq/g MS) de rações com ácidos orgânicos fornecidas para codornas em fase de pós-pico de produção

	pH inicial	Capacidade tamponante
Controle	6,12AB	14,77B
Ácido fumárico	5,17D	32,84A
Butirato de sódio	6,18A	11,96C
Formiato de cálcio	5,84C	12,81C
Lactato de cálcio	6,07B	10,61D
CV (%)	0,7	4,01

Letras diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK (p<0,05)

Como pode ser observado na tabela 7, as rações contendo butirato de sódio e formiato de cálcio proporcionaram um menor pH no inglúvio das aves, o que pode explicar um maior CDMS apresentado pelo butirato e formiato, e CDPB pelo formiato, pois segundo Gabert e Sauer (1994) e Mroz (2000), a redução do pH aumenta a digestibilidade da proteína da dieta.

Tabela 7 pH do intestino de codornas japonesas em fase de pós-pico de postura, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

	inglúvio	duodeno	jejuno	íleo	ceco
Controle	5,29B	5,45C	6,98B	6,45D	5,09B
Ácido fumárico	5,26B	6,08B	7,20A	6,42D	5,24A
Butirato de sódio	4,31D	6,04B	6,13D	6,96A	4,65D
Formiato de cálcio	4,73C	6,12B	6,65C	6,57C	4,88C
Lactato de cálcio	5,73A	6,24A	7,21A	6,73B	4,88C
CV (%)	1,59	1,18	1,04	1,07	1,43

Letras diferentes na coluna representam diferença significativa, SNK (p<0,05)

Ainda segundo Bellaver e Scheuerman (2004), em aves, as bactérias patogênicas atingem o trato digestivo após vencerem a barreira do papo (inglúvio); a existência de um ambiente ácido com pH baixo no papo é

muito importante para impedir ou diminuir a colonização de patógenos no trato digestivo. Panda et al. (2009) observaram redução do pH do proventrículo com o fornecimento de butirato para frangos de corte; porém, não observaram aumento no pH do jejuno, talvez pelo fato de não se tratar de um ácido protegido. Todavia, o aumento do pH no intestino delgado das aves é necessário para que as enzimas pancreáticas possam atuar e a digestão luminal ocorrer normalmente. O butirato de sódio e o formiato de cálcio proporcionaram não somente a redução do pH na parte anterior do trato gastrointestinal, permitindo maior tempo para hidrólise dos nutrientes, mas também permitiram o aumento desse pH no duodeno, para que a absorção luminal ocorresse de forma satisfatória. Já no duodeno, a ração sem ácidos apresentou menor pH, o que pode ser explicado pelo fato de o pH da digesta no ingluvívio não ter estimulado a produção de bicarbonato, o que ocorre quando a digesta acidificada chega ao intestino delgado. A ração sem ácidos e a contendo ácido fumárico reduziram o pH do íleo em relação as demais ($p < 0,05$). Já no ceco, a ração com butirato de sódio proporcionou maior redução do pH que às demais rações ($p < 0,05$). Biagi et al. (2007) também observaram redução do pH do ceco de suínos com o uso de butirato de sódio.

Na tabela 8 estão apresentados os comprimentos das vilosidades intestinais, profundidade de cripta e relação vilo: cripta de codornas, na qual se pode observar que o formiato de cálcio proporcionou maior comprimento das vilosidades do duodeno ($p < 0,05$).

Tabela 8 Altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo:cripta do intestino de codornas japonesas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

Controle	Ácido fumárico	Butirato de Na	Formiato de Ca	Lactato de Ca	CV (%)
Altura das vilosidades (μm)					

D	1776B	1746B	1615B	2022A	1750B	7,11
J	798C	958B	1309A	696D	695D	5,12
I	895A	850AB	774C	810BC	786BC	6,51
Profundidade de criptas (μm)						
D	203A	208A	164B	208A	181B	9,73
J	125	122	132	122	126	17,9
I	130A	111BC	102D	116B	141A	9,49
Relação vilosidade:cripta						
D	8,81	8,54	10,00	9,77	9,39	16,9
J	6,46AB	8,22B	10,56A	5,71B	5,59B	24,8
I	7,02A	7,74A	7,76A	7,05A	5,53B	12,4

D (duodeno), J (jejuno) e I (íleo)

Letras diferentes na linha representam diferença significativa, SNK ($p < 0,05$)

Garcia et al. (2007), utilizando ácido fórmico para frangos de corte, observaram aumento nas vilosidades do jejuno. A menor profundidade de cripta no duodeno foi observada nas codornas que receberam rações com butirato de sódio e lactato de cálcio ($p < 0,05$). Porém, não houve diferença ($p > 0,05$) na relação vilosidade:cripta do duodeno das codornas. Segundo Leeson et al. (2005), a adição de 0,2% de butirato na dieta de frangos de corte não afetou a altura das vilosidades do duodeno, quando comparadas ao tratamento-controle negativo, mesmo comportamento observado para a altura das vilosidades do duodeno das codornas que receberam ração com butirato de sódio neste trabalho; porém, os mesmos autores observaram maior profundidade de cripta. Também neste trabalho, a maior altura das vilosidades do íleo foi observada nas codornas que receberam rações sem ácidos ($p < 0,05$), que, porém não diferiu da ração com ácido fumárico, rações essas que também proporcionaram redução do pH neste seguimento, tabela 7. Porém, as rações sem ácidos, com ácido fumárico, butirato de sódio e formiato de cálcio proporcionaram maior relação vilosidade:cripta ($p < 0,05$). O butirato de sódio também proporcionou menor profundidade de criptas ($p < 0,05$) do íleo das codornas.

Lu, Zou e Wang (2008), utilizando butirato de sódio para leitões, também reportaram aumento da altura das vilosidades e da relação vilosidade:cripta no

íleo. Senkoylu et al. (2007), usando uma mistura de ácido fórmico e propiônico, observaram maior altura das vilosidades e menor profundidade de criptas no íleo de frangos.

A ração contendo butirato de sódio proporcionou maior altura das vilosidades do jejuno e maior relação vilo:cripta ($p < 0,05$); porém, não foi observada diferença na profundidade de criptas. Mesmos resultados para altura das vilosidades e relação vilo:cripta foram reportados por Lu, Zou e Wang (2008); porém esses autores também observaram menor profundidade de cripta. Já Biagi et al. (2007), usando butirato de sódio protegido para leitões, não observaram diferença na altura das vilosidades e na profundidade de cripta do jejuno e íleo. Aumento da altura das vilosidades do jejuno de frangos de corte também foi reportado por Smulikowska et al. (2009), utilizando uma mistura de ácidos orgânicos (ácido fumárico, formiato de cálcio, propionato de cálcio e sorbato de potássio), mas a profundidade de cripta observada foi menor. Dibner e Buttin (2002) também destacam a evidência de que os ácidos orgânicos estimulam o crescimento da mucosa intestinal, particularmente o ácido butírico. Kotunia et al. (2004), utilizando butirato de sódio para leitões, observaram aumento das vilosidades e aumento na profundidade de criptas do jejuno e íleo, mas não observaram efeito no duodeno. Braz et al. (2011), com uma mistura de ácidos (butirato de sódio, ácido láctico e ácido fórmico) para leitões, observaram menor profundidade de criptas e maior relação vilo:cripta no jejuno.

Resultados semelhantes foram reportados por Rocha et al. (2011), que observaram maior altura das vilosidades do duodeno em frangos inoculados com *salmonella* e tratados com uma mistura de ácidos orgânicos; porém, não foi observada diferença no jejuno. Viola e Vieira (2007) comprovaram que a utilização de uma mistura de ácidos orgânicos láctico, fórmico, cítrico, acético e benzoico aumentou significativamente a altura das vilosidades e reduziu o peso do intestino, devido à redução significativa da profundidade da cripta,

comparada ao controle negativo. Porém, Namkung et al. (2004) não observaram aumento na altura das vilosidades de leitões alimentados com rações contendo misturas de ácidos.

Como pode ser observado na tabela 7, o butirato de sódio promoveu uma diminuição do pH no jejuno das aves; porém, tais aves apresentaram uma maior contagem total de bactérias (tabela 9).

Tabela 9 Contagem total de bactérias do inglúvio, jejuno e cecos de codornas em fase de pós-pico de produção, alimentadas com rações contendo ácidos orgânicos

	Log UFC/g inglúvio	Log UFC/g jejuno	Log UFC/g ceco
Controle	8,49C	7,37B	8,67D
Ácido fumárico	7,49E	5,54D	9,18B
Butirato de Na	9,20B	9,06A	9,02C
Formiato de Ca	9,31A	6,32C	9,71A
Lactato de Ca	8,01D	8,95A	7,82E
CV (%)	2,43	2,00	1,92

Letras diferentes na coluna representa diferença significativa ($p < 0,05$)
SNK 0,05

Esse resultado sugere que tais bactérias são benéficas, pois é reportado por vários autores este efeito do butirato sobre a microbiota, tanto em vitro como em vivo (BASSAN et al., 2008; FERNANDEZ-RUBIO et al., 2009; HAMED; HASSAN, 2013; LU; ZOU; WANG, 2008; PANDA et al., 2009; PICKLER et al., 2012) e aliado a esse fato observou-se que, no presente estudo, o butirato proporcionou bom desempenho das aves. Ainda segundo Sakata (1987), o efeito trófico dos ácidos orgânicos sobre a mucosa intestinal independe da microbiota e do pH luminal.

Quando se analisa a contagem total de bactérias, observa-se que o ácido fumárico promoveu uma redução da microbiota no inglúvio das aves, enquanto o formiato de cálcio aumentou a contagem de micro-organismos ($p < 0,05$). No

jejuno, a redução da contagem total de bactérias se deu com o uso do ácido fumárico e a maior contagem com o butirato de sódio ($p < 0,05$). Já a menor contagem de bactérias no ceco foi observada com o uso do lactato de cálcio e a maior contagem com formiato de cálcio ($p < 0,05$). Lu, Zou e Wang (2008) observaram que não houve redução na contagem total de bactérias e lactobacilos no intestino delgado de leitões quando suplementados com 1000 mg/kg de butirato de sódio na dieta; porém, observaram redução na contagem de *Clostridium* e *E. coli*. Já Santos et al. (2005) também observaram redução na contagem total de bactérias no intestino delgado e cecos de frangos de corte alimentados com ácido fumárico.

5 CONCLUSÃO

Os ácidos orgânicos afetaram o peso e a porcentagem de albúmen dos ovos, mostrando-se eficientes em manter ou até mesmo aumentar o peso dos ovos na fase de pós-pico de produção. O butirato de sódio, em especial,

proporcionou maior peso dos ovos em todos os períodos avaliados. No entanto, os ácidos orgânicos não afetaram as demais características de desempenho e qualidade dos ovos das codornas. Também foi observada uma maior capacidade de digestibilidade de nutrientes nas aves que receberam rações com ácidos orgânicos, com destaque para o formiato de cálcio. Os ácidos também demonstraram efeito positivo no desenvolvimento da mucosa intestinal das aves que receberam ácidos orgânicos e o butirato de sódio demonstrou, neste trabalho, o efeito trófico que possui sobre a mucosa intestinal. Os ácidos orgânicos demonstraram potencial para uso como promotores de desempenho em codornas japonesas, proporcionando maior peso dos ovos e melhorando a digestibilidade dos nutrientes e morfometria intestinal, podendo ser uma ferramenta poderosa para manter a saúde do trato intestinal das aves, melhorando o rendimento zootécnico. Sugere-se, portanto, futuros estudos para a avaliação da associação do butirato de sódio e formiato de cálcio, visto que esses dois ácidos proporcionaram resultados que, em conjunto, poderão ser uma valiosa ferramenta nutricional na melhoria do desempenho das aves.

REFERÊNCIAS

APAJALAHTI, J. Comparative gut microflora, metabolic, challenges, and potential opportunities. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 444-453, 2005.

BASSAN, J. D. L. et al. Controle da infecção por *Salmonella Enteritidis* em frangos de corte com ácidos orgânicos e mananoligossacarídeo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1961-1965, 2008.

BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. **Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte**. 2004. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod_arquivo=13>. Acesso em: 22 jun. 2013.

BERCHIERI JÚNIOR, A.; BARROW, P. A. Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation (Bio-Add™) into poultry feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 39-41, 1996.

BIAGI, G. et al. Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p.1184-1191, 2007.

BLANK, R. et al. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Jornal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2974-2984, 1999.

BONATO, M. A. et al. Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 186-192, 2008.

BRAZ, D. B. et al. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 231, p. 745-756, 2011.

BOCKOR, L. **Avaliação da capacidade tamponante de alimentos para animais**, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias/Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BUDDLE, J. R.; BOLTON, J. R. The pathophysiology of diarrhoea in pigs. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v. 13, p. 41-45, 1992.

CHAVEERACH, P. et al. In vitro study on the effect of organic acids on *Campylobacter jejuni/coli* populations in mixtures of water and feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 621-628, 2002.

CHERRINGTON, C. A. et al. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in Microbial Physiology**, London, v. 32, p. 87-108, 1991.

COON, C. N. et al. Effect of Oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 787-793, May 1990.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 450 p.

DAVIDSON, P. M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. **Food microbiology: fundamentals and frontiers**. 2nd ed. Washington: American Society for Microbiology, 2001. p. 593-627.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análises de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.

DIBNER, J. J. E BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 11, p. 453-463, 2002.

FERNANDEZ-RUBIO, C. et al. Butyric acid-based feed additives help protect broiler chickens from *Salmonella* Enteritidis infection. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 943–948, 2009.

GABERT, V. M.; SAUER, W. C. The effects of supplementing diets for weanling pigs with organic acids: a review. **Journal of Animal Feed Science**, Jablonna, v. 3, p. 73-87, 1994.

GAMA, N. M. S. Q. et al. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499-502, 2000.

GARCIA, V. et al. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Raleigh, v. 16, p. 555–562, 2007.

GAUTHIER, R. Modo de ação dos acidificantes e interesse que geram na fase de crescimento e terminação. **Revista Pork World**, Paulínia, v. 5, n. 28, p. 52-58, 2005.

GIGER-REVERDIN, S. et al. Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 96, p. 83-102, 2002.

HAMED, D. M.; HASSAN, A. M. A. Acids supplementation to drinking water and their effects on japanese quails experimentally challenged with *Salmonella* Enteritidis. **Research in Zoology**, Rosemead, v. 3, n. 1, p. 15-22, 2013.

JONGBLOED, A. W. et al. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, Livestock, v. 67, p. 113–122, 2000.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JUNQUEIRA, L. M. M. S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: USP, 1983. 123 p.

KIDDER, D. E.; MANNERS, M. J. **Digestion in the pig**. Bath: Kingston, 1978. 201 p.

KNUDSEN, K. E. B. et al. New insight into butyrate metabolism. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 62, p. 81-86, 2003.

KOTUNIA, A. et al. Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets feed by artificial sow. **Journal of Physiology and Pharmacology**, Kraków, v. 55, p. 59-68, 2004. Suppl. 2.

KRAUSE, D. O.; HARRISON, P. C.; EASTER, R. A. Characterization of the nutritional interactions between organic acids and inorganic bases in the pig and chick. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, n. 5, p. 1257-1262, 1994.

LAMBERT, R. J.; STRATFORD, M. Weak acid preservatives: modeling microbial inhibition and response. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 86, p. 157-164, 1999.

LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: A visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2005, Santos. **Anais...** Santos: [s. n.], 2005. p. 21-33.

LEESON, S. et al. Effects of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1418-1422, 2005.

LÜCKSTÄDT, C.; MELLOR, S. The use of organic acids in animal nutrition, with special focus on dietary potassium diformate under European and Austral-Asian conditions. **Recent Advances in Animal Nutrition**, London, v. 18, p. 123-130, 2011.

LU, J. J.; ZOU, X. T.; WANG, Y. M. Effects of sodium butyrate on the growth performance, intestinal microflora and morphology of weanling pigs. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablonna, v. 17, p. 568-578, 2008.

MACARI, M. Fisiologia do sistema digestivo das aves (I). **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 8/9, p. 2-20, 1999.

MACHADO, G. S. et al. Ácidos orgânicos na alimentação de suínos. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, p. 1-108, 2007.

MAIORKA, A. et al. Emprego de uma mistura de ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em dietas iniciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.31-37, 2004.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut, 1965. v. 11. (Agricultural Experiment Station Research Report).

MILLER, D. F. Acidified poultry diets and their implications for the poultry industry. In: LYONS, T. P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industr.** Kentucky: Alltech Technical, 1987. p. 199-209.

MROZ, Z. et al. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 2622-2632, 2000.

MROZ, Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. **Advances in Pork Production**. Dordrecht, v. 16, p. 169-182, 2005.

MROZ, Z. Supplementary organic acids and their interactive effects with microbial phytase in diets for pigs and poultry. In: ANNUAL CONFERENCE ON PHYTASE IN ANIMAL NUTRITION, 1., 2000, Lubin. **Proceedings...** Lubin: [s. n.], 2000. p. 1-25.

NAMKUNG, H. et al. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Albany, v. 8, p. 697-704, 2004.

PANDA, A. K. et al. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Albany, v. 22, n. 7, p. 1026-1031, 2009.

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v. 12, p. 117-145, 1999.

PARTANEN, K. H. Organic acids: their efficacy and modes of action in pigs. In: PIVA, A.; BACH KNUDSEN, K. E.; LINDBERG, J. E. (Ed.). **Gut environment of pigs**. Nottingham: University Nottingham, 2001. p. 201-218.

PARTANEN, K. Using organic acids in pig feeding as alternative to antibiotic fed additives. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 45-62.

PENZ JÚNIOR, A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 1993. **Anais...** Santos: FACTA, 1993. p. 111-119.

PICKLER, L. et al. Avaliação microbiológica, histológica e imunológica de frangos de corte desafiados com *Salmonella* Enteritidis e Minnesota e tratados com ácidos orgânicos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 27-36, 2012.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, L. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 51, p. 215-236, 1997.

REECE, W. O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. 3 . ed. São Paulo: Roca, 2008.

RICKE, S. C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 632–639, 2003.

ROCHA, T. M. et al. Performance and intestinal health of broilers inoculated with nalidixic acid-resistant *Salmonella Typhimurium* and treated with organic acids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 12, p. 2776-2782, 2011.

RODRIGUES, P. B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, 2011.

RUNHO, R. C. et al. Uso do ácido orgânico (Ácido fumárico) nas rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 1183-1191, 1997.

SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fibre, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, Cambridge v. 58, p. 95-103, 1987.

SALMOND, C. V.; KROL, R. G.; BOOTH, J. R. The effect of food preservatives on pH homeostasis in *Escherichia coli*. **Journal General Microbiology**, Berlin, v. 130, p. 2845-2850, 1984.

SANTOS, E. C. et al. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos

de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 223-231, jan./fev. 2005.

SCHEPPACH, W. et al. Effect of L-glutamine and n-butyrate on the restitution of rat colonic mucosa after acid induced injury. **Gut**, London, v. 38, p. 878-885, 1996.

SCHÖNER, F. J. Nutritional effects of organic acids. In : BRUFAU J. (Ed.). **Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: from feed to food**. Zaragoza: CIHEAM, 2001. p. 55-61 (Cahiers Options Méditerranéennes, n . 54).

SENGOR, E. et al. Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. **South African Journal of Animal Science**, Albany, v. 37, n. 3, p. 158-163, 2007.

SENKOYLU, N. et al. Influence of a combination of formic and Propionic acids added to wheat- and barley-based Diets on the performance and gut Histomorphology of broiler chickens. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v. 55, n. 4, p. 479-490, 2007.

SMITH, J. G.; YOKOYAMA, W. H.; GERMAN, J. B. Butyric acid from the diet: actions at the level of gene expression. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 38, p. 259-295, 1998.

SMULIKOWSKA, S. et al. The effect of fat-coated organic acid salts and a feed enzyme on growth performance, nutrient utilization, microflora activity, and morphology of the small intestine in broiler chickens. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablonna, v. 18, p. 478-489, 2009.

SOLTAN, M. A. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. **International Journal of Poultry Sciences**, Faisalabad, v. 7, n. 6, p. 613-621, 2008.

STRATFORD M., PLUMRIDGE A., NEBE-VON-CARON G. & ARCHER D.B. Inhibition of spoilage mould conidia by acetic acid and sorbic acid involves different modes of action, requiring modification of the classical weak-acid theory. **International Journal of Food Microbiology**, v.136, p. 37-43, 2009.

STURKIE, P. D. **Avian physiology**. 4. ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 516 p.

ŚWIĄTKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; ARCZEWSKA, A. Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. **Czech Journal Animal Science**, Praha, v. 55, n. 7, p. 294–306, 2010.

UNI, Z.; GANOT, S.; SJLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 75-82, 1998.

UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **Brazilian of Poultry Science**, Campinas, v. 41, p. 410-415, 2000.

VAN IMMERSEEL, F. et al. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella* enteritidis in young chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 69-74, 2004.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2., 2004, Cascavel. **Anais...** Cascavel: CBNA, 2004. p. 153-182.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1097-1104, 2007.

WANG, J. P. et al. Effects of phenyllactic acid on production performance, egg quality parameters, and blood characteristics in laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 18, p. 203-209, 2009.

YOUNG, K. M.; FOEGEDING, P. M. Acetic, lactic and citric acids and pH inhibition of *Listeria Monocytogenes*. The effect on intracellular pH. **Journal Applied Bacteriology**, Oxford, v. 74, p. 515-520, 1993.

ANEXOS

ANEXO A	Pág.
TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso do ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....	59
TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para produção de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....	60

TABELA 3A Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção60

TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar por massa de ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....60

TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para massa de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....61

TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de gema de ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....61

TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de casca de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....62

TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de albúmen de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....62

- TABELA 9A** – Análise de variância e coeficiente de variação para densidade específica de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....63
- TABELA 10A** – Análise de variância e coeficiente de variação para unidade Haugh de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de postura.....63
- TABELA 11A** – Análise de variância e coeficiente de variação para EMAn de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas na fase de pós-pico de postura.....64
- TABELA 12A** – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas na fase de pós-pico de produção.....64
- TABELA 13A** – Análise de variância e coeficiente de variação para CDPB de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas na fase de pós-pico de produção.....64
- TABELA 14A** – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....65
- TABELA 15A** – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....65

TABELA 16A – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....65

TABELA 17A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....66

TABELA 18A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....66

TABELA 19A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....67

TABELA 20A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....67

TABELA 21A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....67

- TABELA 22A** – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....68
- TABELA 23A** – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do inglúvio de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....68
- TABELA 24A** – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....68
- TABELA 25A** – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....69
- TABELA 26A** – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....69
- TABELA 27A** – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do ceco de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....69
- TABELA 28A** – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do inglúvio de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....70

TABELA 29A – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....70

TABELA 30A – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do ceco de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção.....70

TABELA 31A – Análise de variância e coeficiente de variação para capacidade tamponante de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção.....67

TABELA 32A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção.....71

TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso do ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0.802259	0.200565	0.655	0.6283
BLOCO	1	26.38188	26.38188	86.148	0.0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	4.991591	1.247898	4.075	0.0100
ERRO 1	28	8.574721	0.306240		

PERÍODO	3	0.106547	0.035516	5.366	0.0017
TRATAMENTO*PERÍODO	12	0.612831	0.051069	7.716	0.0000
ERRO2	107	0.708169	0.006618		
CV	0,71				

TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para produção de ovos de codornas japonesas, que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	201,99006	50,499502	0,595	0,6690
BLOCO	1	1109,59885	1109,59885	13,080	0,0012
TRATAMENTO*BLOCO	4	188,933731	47,233433	0,557	0,6958
ERRO 1	28	2375,3581	84,834219		
PERÍODO	3	114,804487	38,268162	1,985	0,1206
TRATAMENTO*PERÍODO	12	83,099329	6,924944	0,359	0,9746
ERRO2	107	2062,88755	19,279323		
CV	4,82				

TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	7,639135	1,909784	0,776	0,5500
BLOCO	1	146,8422	146,8422	59,684	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	14,89571	3,723928	1,514	0,2252
ERRO 1	28	68,88931	2,460333		
PERÍODO	3	44,43731	14,81243	53,741	0,0000

TRATAMENTO*PERÍODC	12	3,276200	0,273017	0,991	0,4629
ERRO2	107	29,49198	0,275626		
CV	2,03				

TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar por massa de ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0,170091	0,042523	0,639	0,6390
BLOCO	1	1,006476	1,006476	15,126	0,0006
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,242446	0,060612	0,911	0,4712
ERRO 1	28	1,863079	0,066539		
PERÍODO	3	0,856072	0,285357	18,941	0,0000
TRATAMENTO*PERÍODC	12	0,136419	0,011368	0,755	0,6951
ERRO2	107	1,611987	0,015065		
CV	4,93				

TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para massa de ovo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0,784297	0,196074	0,118	0,9750
BLOCO	1	76,27263	76,27263	45,900	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	10,70627	2,676568	1,611	0,1992
ERRO 1	28	46,52801	1,661715		
PERÍODO	3	0,962237	0,320746	1,293	0,2806
TRATAMENTO*PERÍODC	12	2,480423	0,206702	0,833	0,6161

ERRO2	107	26,53992	0,248037
CV	4,76		

TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de gema de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	14,65812	3,664520	2,495	0,0655
BLOCO	1	3,251851	3,251851	2,214	0,1479
TRATAMENTO*BLOCO	4	5,984509	1,496127	1,019	0,4147
ERRO 1	28	41,12038	1,468585		
PERÍODO	3	4,764187	1,588062	1,568	0,2014
TRATAMENTO*PERÍODC	12	8,490254	0,707521	0,699	0,7497
ERRO2	107	108,3620	1,012730		
CV	3,33				

TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de casca dos ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	3,828369	0,957092	2,189	0,0961
BLOCO	1	0,000122	0,000122	0,000	0,9868
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,384859	0,096215	0,220	0,9250
ERRO 1	28	12,24349	0,437268		
PERÍODO	3	6,535615	2,178538	7,604	0,0001
TRATAMENTO*PERÍODC	12	2,497091	0,208091	0,726	0,7229
ERRO2	107	30,65400	0,286586		

CV 6,56

TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de albúmen dos ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	28,64886	7,162217	3,842	0,0120
BLOCO	1	3,909276	3,909376	2,098	0,1586
TRATAMENTO*BLOCO	4	10,13209	2,533024	1,359	0,2732
ERRO 1	28	52,18290	1,863675		
PERÍODO	3	18,14161	6,047204	4,606	0,0045
TRATAMENTO*PERÍODOC	12	10,76701	0,897251	0,683	0,7641
ERRO2	107	140,4870	1,312963		
CV	1,86				

TABELA 9A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso específico de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0,000022	0,000005	0,680	0,6116
BLOCO	1	0,000072	0,000072	9,025	0,0056
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,000067	0,000017	2,122	0,1045
ERRO 1	28	0,000222	0,000008		
PERÍODO	3	0,000509	0,000509	120,145	0,0000
TRATAMENTO*PERÍODOC	12	0,000012	0,000001	0,778	0,6715
ERRO2	107	0,000151	0,000001		
CV	0,11				

TABELA 10A – Análise de variância e coeficiente de variação para unidade Haugh de ovos de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	5,386275	1,346569	0,487	0,7450
BLOCO	1	4,108810	4,108810	1,487	0,2329
TRATAMENTO*BLOCO	4	12,26349	3,065873	1,109	0,3718
ERRO 1	28	77,39307	2,764037		
PERÍODO	3	24,64288	8,214294	9,335	0,0000
TRATAMENTO*PERÍODOC	12	10,26070	0,855059	0,972	0,4803
ERRO2	107	94,15255	0,879930		
CV	1,00				

TABELA 11A – Análise de variância e coeficiente de variação para EMAn de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de postura

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	144536,9	36134,24	30,545	0,0000
BLOCO	1	7861,29	7861,29	6,645	0,0151
TRATAMENTO*BLOCO	4	3209,16	802,29	0,678	0,6124
ERRO	30	35489,25	1182,97		
CV	1,22				

TABELA 12A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	21,21846	5,304616	10,892	0,0000

BLOCO	1	24,99561	24,99561	51,324	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	9,425165	2,356291	4,828	0,0039
ERRO	30	14,61035	0,487012		
CV	1,00				

TABELA 13A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDPB de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	235,4804	58,87011	30,250	0,0000
BLOCO	1	110,8557	110,8557	56,962	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	99,38046	24,54511	12,766	0,0000
ERRO	30	58,38427	1,946143		
CV	3,92				

TABELA 14A – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	702627	175656,7	10,929	0,0000
BLOCO	1	214612	214612,2	13,365	0,0010
TRATAMENTO*BLOCO	4	1393093	347732,7	21,656	0,0000
ERRO	30	481722	16057,42		
CV	7,11				

TABELA 15A – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	2116172,	529042,0	252,955	0,0000

BLOCO	1	296481,9	296481,9	142,319	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	46988,6	11747,17	5,639	0,0017
ERRO	30	62496,4	2083,21		
CV	5,12				

TABELA 16A – Análise de variância e coeficiente de variação para altura das vilosidades do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	78817,63	19704,40	6,867	0,0005
BLOCO	1	5705,887	5705,887	1,989	0,1688
TRATAMENTO*BLOCO	4	723827,8	180959,4	63,066	0,0000
ERRO	30	86081,34	2869,378		
CV	6,51				

TABELA 17A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	12163,02	3040,755	8,641	0,0001
BLOCO	1	4,79	4,7955	0,014	0,9078
TRATAMENTO*BLOCO	4	8569,15	2142,287	6,088	0,0010
ERRO	30	10557,46	351,9155		
CV	9,73				

TABELA 18A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	596,474	149,1185	0,295	0,8789

BLOCO	1	919,968	919,9687	1,820	0,1874
TRATAMENTO*BLOCO	4	1974,043	492,5107	0,976	0,4352
ERRO	30	15167,17	505,5726		
CV		17,92			

TABELA 19A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de cripta do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	7779,635	1944,658	14,997	0,0000
BLOCO	1	1568,881	1568,881	12,099	0,0016
TRATAMENTO*BLOCO	4	3601,099	900,2748	6,942	0,0004
ERRO	30	3890,094	129,6698		
CV		9,49			

TABELA 20A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	12,24536	3,061340	1,235	0,3170
BLOCO	1	17,51652	17,51652	7,069	0,0125
TRATAMENTO*BLOCO	4	132,9364	33,23412	13,412	0,0000
ERRO	30	74,33872	2,477958		
CV		16,92			

TABELA 21A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	141,0190	35,25477	10,692	0,0000

BLOCO	1	9,81090	9,810903	2,975	0,0948
TRATAMENTO*BLOCO	4	16,61683	4,154209	1,260	0,3075
ERRO	30	98,92287	3,297429		
CV	24,84				

TABELA 22A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilo:cripta do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	26,31126	6,577816	8,722	0,0001
BLOCO	1	11,71806	11,71806	15,529	0,0004
TRATAMENTO*BLOCO	4	32,30037	8,075094	10,708	0,0000
ERRO	30	22,62317	0,754106		
CV	12,37				

TABELA 23A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do ingluvío de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	4,861600	1,215400	186,985	0,0000
BLOCO	1	0,332820	0,332820	51,203	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,032080	0,032080	1,234	0,3569
ERRO	10	0,065000	0,065000		
CV	1,59				

TABELA 24A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do duodeno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	1,531520	0,382880	76,576	0,0000

BLOCO	1	0,338000	0,338000	67,600	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,109600	0,027400	5,480	0,0134
ERRO	10	0,050000	0,005000		
CV	1,18				

TABELA 25A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	3,319200	0,829800	165,960	0,0000
BLOCO	1	0,438080	0,438080	87,616	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,044720	0,011180	2,236	0,1377
ERRO	10	0,050000	0,050000		
CV	1,04				

TABELA 26A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do íleo de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0,806280	0,201570	40,314	0,0000
BLOCO	1	0,462080	0,462080	92,416	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,021320	0,005330	1,066	0,4225
ERRO	10	0,050000	0,005000		
CV	1,07				

TABELA 27A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do ceco de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0,828680	0,207170	41,434	0,0000

BLOCO	1	0,380880	0,380880	76,176	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,076920	0,019230	3,846	0,0382
ERRO	10	0,050000	0,005000		
CV	1,43				

TABELA 28A – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do inglúvio de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	9,597680	2,399420	479,884	0,0000
BLOCO	1	4,176980	4,176980	835,396	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,519920	0,129980	25,996	0,0000
ERRO	10	0,050000	0,005000		
CV	2,43				

TABELA 29A – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do jejuno de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	39,13912	9,784780	1956,956	0,0000
BLOCO	1	3,578580	3,578580	715,716	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	0,427520	0,106880	21,376	0,0001
ERRO	10	0,050000	0,005000		
CV	2,00				

TABELA 30A – Análise de variância e coeficiente de variação para UFC/g do ceco de codornas japonesas que receberam rações com ácidos orgânicos, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

TRATAMENTO	4	7,821980	1,955495	422,810	0,0000
BLOCO	1	2,745405	2,745405	593,601	0,0000
TRATAMENTO*BLOCO	4	1,202020	0,300505	64,974	0,0000
ERRO	10	0,046225	0,004625		
CV		1,92			

TABELA 31A – Análise de variância e coeficiente de variação para capacidade tamponante de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	1355,341	338,8352	766,307	0,0000
ERRO	15	6,632500	0,442167		
CV		4,01			

TABELA 32A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH de rações com ácidos orgânicos para codornas japonesas, na fase de pós-pico de produção

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	2,774920	0,693730	408,076	0,0000
ERRO	15	0,025500	0,001700		
CV		0,7			

ANEXO B	Pág.
TABELA 1B – Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o primeiro período experimental	73
TABELA 2B – Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o segundo período experimental	74
TABELA 3B – Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o terceiro período experimental	75

TABELA 4B - Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o quarto período experimental76

TABELA 1B - Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o primeiro período experimental

Dia	Temperatura °C		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1	33,3	21,2	84	40
2	33,9	21,8	85	39
3	32,9	22,3	85	48
4	32,9	21,6	84	45
5	32,1	21,4	84	42
6	31,8	20,6	85	35
7	31,7	19	78	38
8	33,1	20,3	76	38
9	32,9	20,8	84	38

10	30,2	20	88	43
11	30,8	20,2	89	47
12	33,5	20,5	85	41
13	31,4	20,2	94	49
14	29,4	20,1	92	53
15	26,9	21,2	92	62
16	22,6	18	99	85
17	26,7	19,2	99	75
18	31,3	20,4	98	55
19	32,3	20,7	93	49
20	32,4	21,4	92	52
21	33,2	21,4	89	50
Média	31	21	88	59

TABELA 2B - Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o segundo período experimental

Dia	Temperatura °C		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1	30,5	20,1	99	60
2	31,4	21,6	98	57
3	29,2	20,3	98	72
4	30,5	20,3	96	59
5	31,2	20,6	96	58
6	32,5	21	95	56
7	28,7	20,3	99	62
8	29	20	95	61
9	29,1	19,7	92	58

10	31,8	20,4	88	49
11	26,5	19,8	87	59
12	25,8	17,8	83	60
13	25,7	17,2	88	64
14	23,3	19,7	93	71
15	28,6	20,1	73	68
16	30	19,3	96	52
17	28,3	19,2	92	55
18	27,2	20,8	92	57
19	25,6	19,7	92	71
20	26,6	20,4	96	78
21	27,8	18,8	95	60
Média	29	20	93	61

TABELA 3B - Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o terceiro período experimental

Dia	Temperatura °C		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1	27,6	16,3	90	48
2	26,9	17,6	92	50
3	27,1	18,9	95	64
4	27,6	20	95	63
5	26,5	18,2	95	70
6	27,5	19,9	97	72
7	24,9	20,5	99	85
8	28,3	21	99	72
9	29,4	20,3	93	59

10	29,2	19,7	94	58
11	25,8	19,5	92	69
12	25,6	19,1	92	71
13	23	19,1	94	79
14	26,6	19,3	98	77
15	25,9	20,4	96	82
16	26,1	19,2	95	70
17	26,4	18	92	62
18	27,5	15,7	93	51
19	26,6	14,5	89	49
20	25,8	13,8	81	56
21	27,1	17,2	91	54
Média	27	18	63	95

TABELA 4B - Temperatura e umidade máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho durante o quarto período experimental

Dia	Temperatura °C		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1	26,2	16,4	87	51
2	25,1	14,5	87	48
3	25	14,6	87	44
4	24,7	17,4	78	49
5	25,4	15,5	88	51
6	25,6	15	85	45
7	25,9	15	85	44
8	26,7	14,9	81	45
9	26,1	14,9	85	50

10	25,8	15,5	80	54
11	27,9	15,9	85	49
12	29,2	17,6	81	44
13	28,3	16,6	92	46
14	29	16,3	82	42
15	28,7	15,7	78	39
16	26	16,5	86	53
17	24,1	12,9	72	41
18	24,8	12,3	81	45
19	24,5	14,9	89	51
20	23,4	13,6	91	50
21	23,8	13,6	90	57
Média	26	15	84	48