

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO EM BACHARELADO DE ZOOTECNIA

CLEISON DE SOUZA

**BIODISPONIBILIDADE DO FÓSFORO NA DIETA DE FRANGOS DE  
CORTE CONTENDO DDGS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

CLEISON DE SOUZA

**BIODISPONIBILIDADE DO FÓSFORO NA DIETA DE FRANGOS DE  
CORTE CONTENDO DDGS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sabrina Endo Takahashi  
Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Rossi

DOIS VIZINHOS

2014



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Dois Vizinhos  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
**Curso de Zootecnia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BIODISPONIBILIDADE DO FÓSFORO NA DIETA DE FRANGOS DE**  
**CORTE CONTENDO DDGS**

Autor: Cleison de Souza

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sabrina Endo Takahashi

Co-Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patrícia Rossi

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 19 de março de 2014.

---

**Mestrando Fabrizio Matte**

---

**Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa  
Vieira**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sabrina Endo Takahashi  
(Orientador)**

*“Na longa jornada da vida muitos mestres encontramos, alguns seguimos,  
Outros abandonamos, dentre todos, dois deles são os que mais amamos.  
Seus nomes são simples e fácil de pronunciar, meus Pais,  
Em meu coração vocês sempre terão um lar”*

*Luis Alves*

*“Nunca Andes pelo caminho traçado,  
Pois ele conduz somente aonde outros já foram”*

*Alexander Graham Bell*

*“A simplicidade é o último grau de sofisticação.”*

*Leonardo da Vinci*

***DEDICO***

*À minha querida Mãe, Lidia de Souza, pelo amor e carinho que dedicou a mim.*  
*Ao meu querido Pai, Pedro de Souza, pela amizade, carinho, apoio, confiança repassada nos*  
*momentos de dificuldades.*

*Ao meu irmão, Cleverson de Souza, pelo exemplo acadêmico a ser seguido, pela amizade,*  
*confiança e apoio em todos os momentos difíceis.*

*À Prof<sup>a</sup>. Dra. Sabrina Endo Takahashi por ter aceitado me orientar neste trabalho, e me*  
*aconselhado em momentos complicados.*

*À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Rossi pelos conhecimentos repassados e pelo auxílio prestado.*  
*Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo Vianna Nunes por me auxiliar na realização deste trabalho.*

*A todos meus colegas de turma, em especial a Débora Manfredi, Thaiz Tireli pela amizade*  
*nestes anos.*

*Enfim a todos vocês, que de uma maneira ou de outra estiveram ao meu lado me apoiando e*  
*me ajudando, e que em muitos momentos renunciaram aos seus sonhos para que os meus*  
*pudessem ser realizados.*

***Sem vocês não teria chegado até aqui.***

## RESUMO

SOUZA, Cleison de. **Biodisponibilidade do fósforo na dieta de frangos de corte contendo DDGS**. 2014. 41 f. (Trabalho de conclusão de curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Avaliou-se o efeito da inclusão de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS), na alimentação de frangos, com intuito de avaliar a biodisponibilidade de fósforo deste produto. Foram utilizados 300 pintainhos machos de um dia da linhagem COBB<sup>®</sup> 500, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, com 15 aves por unidade experimental. As aves receberam uma ração basal até os 7 dias de idade de idade, com 7 dias iniciou-se o período experimental. Os tratamentos consistiam de uma ração basal, deficiente em fósforo disponível (0,106% de Pd), ração basal mais fosfato bicálcico (0,206 % de Pd), ração basal mais fosfato bicálcico (0,306 % de Pd) e ração com 20% de DDGS (0,356% de Pd). As variáveis avaliadas foram: conversão alimentar, ganho de peso, matéria mineral, índice de Seedor e resistência dos ossos, com esses valores foram calculadas as regressões lineares múltiplas. A disponibilidade biológica de P do DDGS foi calculada pela relação dos coeficientes de regressão (Slope Ratio Technique), sendo que o coeficiente de regressão da fonte testada (DDGS) foi dividido pelo coeficiente da fonte padrão (fosfato bicálcico), onde foi considerando o P do fosfato bicálcico com 100% de disponibilidade. Para todas as variáveis foi realizada a análise de variância, apenas o índice de Seedor não foi significativo ( $P>0,05$ ). Os tratamentos apresentaram diferenças entre as médias, para as variáveis peso final, ganho de peso, consumo de ração, resistência óssea e cinzas da tíbia, sendo que para estas variáveis o tratamento com 0,306% de Pd apresentou as melhores médias. O tratamento com a inclusão de DDGS apresentou maior média que os demais tratamentos, apenas para o índice de Seedor. O valor de biodisponibilidade média de P obtido neste estudo para o DDGS foi de 21,97 %, correspondendo a cerca de 0,207 % do P total da amostra.

**Palavras-chave:** Fosfato Bicálcico. Desempenho. Índice de Seedor. Resistência óssea.

## ABSTRACT

SOUZA, Cleison de. **Bioavailability of phosphorus in the diet of broilers containing DDGS**. 2014. 41 f. TCC (Course of Zootecnia) - Federal University of Technology - Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

We evaluated the effect of inclusion of dried distillers grains with solubles (DDGS) in broiler diets, in order to assess the bioavailability of phosphorus in this product. 300 male chicks a day COBB ® 500 line were distributed in a completely randomized design with 4 treatments and 5 replicates of 15 birds per experimental unit. The birds were fed a basal diet until the age of 7 days old, 7 days began the trial period. The treatments consisted of a basal diet deficient in available phosphorus (0.106% Pd), basal diet plus calcium phosphate (0.206% Pd), basal diet plus calcium phosphate (0.306% Pd) and diet with 20% DDGS (0.356% Pd). The variables evaluated were: feed conversion, weight gain, mineral matter, Seedor index and bone strength, these values were calculated with multiple linear regressions. The biological availability of P in DDGS was calculated by the ratio of the regression coefficients (Slope Ratio Technique), and the regression coefficient of the power supply (DDGS) was divided by the ratio of the standard source (dicalcium phosphate), which was considering the P dicalcium phosphate with 100% availability. For all variables the analysis of variance was performed, only the Seedor index was not significant ( $P > 0.05$ ). Treatments showed differences between the means for the variables final weight, weight gain, feed intake, bone strength and ash of the tibia, and these variables to treatment with 0.306% Pd showed the best average. Treatment with the inclusion of DDGS had higher mean than the other treatments, just for Seedor index. The average value of P bioavailability obtained in this study for the DDGS was 21.97% corresponding to about 0.207% of P in the sample.

**Keywords:** Bone strength. Dicalcium Phosphate. Performance. Seedor index.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 FÓSFORO NA NUTRIÇÃO DE AVES .....	9
2.2 FUNÇÕES, METABOLISMO E REGULAÇÃO DO FÓSFORO .....	11
2.3 BIODISPONIBILIDADE DE P E EXIGÊNCIA PARA FRANGOS .....	12
2.5 ORIGEM DO RESÍDUO SECO DE DESTILARIA CONTENDO SOLÚVEIS .....	14
2.6 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO DDGS .....	16
2.7 DDGS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE.....	18
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro foi o que mais se desenvolveu nos últimos anos e desde 2004, é o maior exportador de carne de frango do mundo. A produção em 2012 alcançou a marca de 12,645 milhões de toneladas, cerca de 3,17 % a menos que o ano anterior. Mesmo com essa queda na produção, o Brasil ocupa o terceiro lugar nas pautas de exportações, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos que detém o primeiro lugar (UBABEF, 2013).

Os avanços ocorridos na genética, ambiência, sanidade e nutrição propiciaram esse grande aumento na produção. Neste contexto, a nutrição tem um papel fundamental, já que se estima-se que a mesma corresponda a cerca de 70% dos custos de produção. Dentre os elementos utilizados na formulação de rações, o fósforo (P) é o terceiro mais caro, ficando atrás apenas da proteína e da energia (MAIA, 2009).

O fósforo é um macro mineral essencial para as aves, pois participa da formação e manutenção do sistema esquelético, atua na transferência de energia no organismo, entre outras funções (SARAIVA, 2006). Visto sua importância, torna-se necessária a inclusão de níveis adequados deste mineral nas rações. Além de sua importância nutricional para os animais, o P não absorvido pelas aves é excretado, podendo causar problemas ambientais, devido a contaminação do solo e da água (QUEIROZ, 2008).

As dietas de frangos de corte são formuladas utilizando como base milho e soja, não atendendo as necessidades de P disponível (Pd), isso porque aproximadamente 80% do fósforo presente nos alimentos de origem vegetal está complexado com o ácido fítico (RUNHO, 2001). Desta forma, necessita-se a inclusão de fontes inorgânicas na ração, sendo o mais utilizado o fosfato bicálcico (MAIA, 2009).

Tendo em vista a diminuição dos custos relacionados à produção, busca-se a melhoria na eficiência do uso dos alimentos, juntamente com a redução do impacto ao meio ambiente causado pelo aumento na produção animal, isso através do conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos, utilizados na formulação das rações para frangos de corte (MARTINS, 2003).

Os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) é um subproduto derivado do processamento de grãos, principalmente do milho que é utilizado na produção de etanol. Atualmente há uma grande produção decorrente do aumento da produção do biodiesel, que vem ganhado cada vez mais espaço no cenário mundial, por ser considerada uma fonte energética limpa e renovável.

No Brasil o etanol é produzido com a cana de açúcar. Entretanto já está em funcionamento à primeira usina *flex*, que produz também o etanol derivado do milho. Esta surge com a finalidade da redução da ociosidade das usinas nos períodos de entre safra da cana, aumentar a oferta do etanol nesses períodos, elevar a oferta do DDGS e a demanda do milho regional, o que diminuirá os riscos e gastos com transportes para outras regiões (CONAB, 2012).

Em virtude disso, a tendência é que ocorra uma crescente oferta de DDGS no mercado, o que resultará em um produto mais viável economicamente e de melhor qualidade nutricional. Desta forma torna-se necessária a reavaliação da biodisponibilidade e digestibilidade dos nutrientes desse subproduto, dentre eles o fósforo (P).

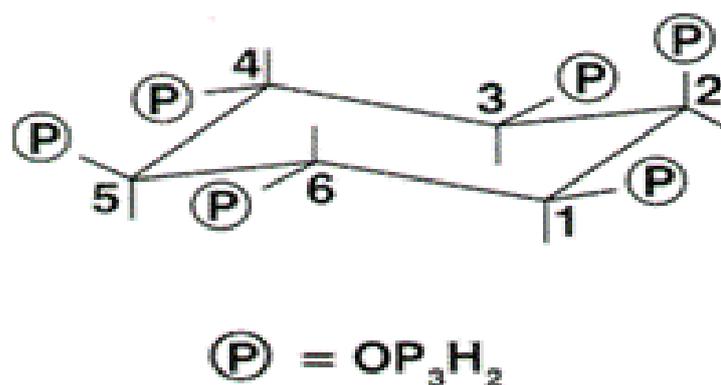
Assim, estimar a biodisponibilidade de P no DDGS é de grande importância para se balancear de forma adequada dietas que contenham o subproduto para aves, para que as mesmas apresentem um crescimento rápido sem causar impactos negativos ao meio ambiente. Objetiva-se por meio deste trabalho avaliar a biodisponibilidade de fósforo do DDGS, na alimentação de frangos de corte.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FÓSFORO NA NUTRIÇÃO DE AVES

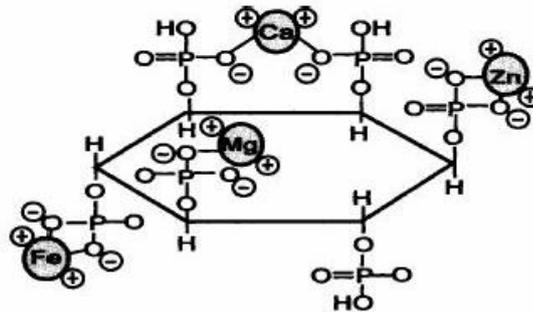
Vários estudos vêm sendo realizados com relação à biodisponibilidade do fósforo na alimentação animal. Isso se deve ao fato do mesmo ser um macro mineral importante para o desenvolvimento, crescimento estrutural e metabólico. Contudo, nos cereais utilizados na fabricação das rações para os não ruminantes, cerca de 80% do fósforo se encontra ligado ao ácido fítico ou fitato, o que impede a sua absorção em virtude destes animais não apresentarem quantidades suficientes da enzima fitase, a qual realiza a hidrólise do ácido fítico liberando o P que estava complexado (SCHWARZ, 1994; ADEOLA et al., 2011; COWIESON et al., 2011).

O ácido fítico é a principal forma de reserva de P orgânico nos grãos (Figura 1), sendo formado por seis moléculas de fósforo e uma de mioinositol, forma aniônica denominada fitato (LELIS et al., 2010). Além de reduzir a disponibilidade de P, o ácido fítico ainda pode formar complexos com outros cátions bivalentes, como cobre (Cu), magnésio (Mg), cálcio (Ca), ferro (Fe), sódio (Na) entre outros, o qual recebe o nome de fitina, impedindo a absorção dos mesmos pelos animais (Figura 2), reduzindo a atividade da pepsina e tripsina, e absorção de aminoácidos, isso em virtude de formar complexos com as proteínas, dependendo do pH. (ADEOLA et al., 2005; CAMPESTRINI et al., 2005).



**Figura 1 - Estrutura Química do Ácido Fítico.**  
**Fonte: Faria et al. (2006).**

Em virtude, disso o fitato é considerado um fator anti-nutricional, pois diminui a assimilação do P pelos animais, conseqüentemente aumenta a excreção da P nas fezes, podendo causar contaminação ambiental como a eutrofização dos sistemas aquáticos (LESCOAT et al., 2005)



**Figura 2. Esquema do ácido fítico quelatado com vários minerais bivalentes.**  
**Fonte: Adaptado de Cousins (1999).**

Essa baixa disponibilidade nos alimentos de origem vegetal torna necessária a adição de P inorgânico nas dietas, encarecendo o valor das mesmas, já que é o mineral mais caro na alimentação de não ruminantes (NRC, 1994; NUNES, 2001).

A adição de uma enzima denominada fitase na dieta vem sendo avaliada na tentativa de aumentar a utilização do P fítico presente nos alimentos pelas aves. A mesma realiza a hidrólise dos fosfomonoésteres do fitato liberando o fósforo, além de formar cinco grupos de produtos, o mio- inositol, pentaquis-, tetraquis-, tris-, bis-, e mono-fosfatos (VATS et al., 2004).

Inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas utilizando a inclusão de fitase na dieta de aves. Segundo Teixeira (2013) a utilização de 1500 unidades de fitase (uf)/Kg de ração permite diminuir o nível de P disponível em até 0,30% sem que o desempenho dos frangos seja afetado, para frangos de 22 a 42 dias de idade. Lelis et al. (2010) observaram melhora na digestibilidade da proteína bruta e do fósforo, ao nível de inclusão de fitase de 500 uf/kg de ração. Também houve redução na excreção do fósforo e aumento da concentração de fósforo na tíbia de frangos de corte com esse nível de inclusão, além de ter melhorado os valores energéticos da dieta em média para 54 Kcal/kg de matéria seca.

Outros trabalhos relatam que a adição de vitamina D3 na dieta pode aprimorar a assimilação de Ca e P, pois estimula a hidrólise do fitato, em virtude de causar o aumento da atividade da fitase no trato gastrointestinal das aves (BAR et al., 2003). Esta adição melhora o transporte ativo no epitélio intestinal do Ca e P, que pode influenciar nas concentrações destes na dieta (REBOLLAR et al., 1999).

## 2.2 FUNÇÕES, METABOLISMO E REGULAÇÃO DO FÓSFORO

Os minerais representam cerca de 4 a 6% do peso dos animais, deste 1% é fósforo. Dentre os minerais é o segundo em quantidade no organismo, atrás apenas do cálcio e junto com o mesmo realiza a constituição e manutenção do sistema esquelético e a manutenção da homeostase (UNDERWOOD et al., 1999).

Grande parte do mesmo encontra-se no sistema esquelético, em torno de 60 a 80%, podendo variar de acordo com a idade dos animais. Quase não ocorre variação nos valores de P por unidade de cinzas do tecido esquelético, da mesma forma nos tecidos moles a concentração é quase constante. Com isso, as variações ocorridas nas concentrações de P corporal derivam da relação entre esses dois tecidos (CRENSHAW, 2001).

Além de ser considerado essencial na formação do tecido ósseo, desempenha outras funções tais como: manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, formação dos fosfolípidos, transporte de gorduras, síntese de proteína, é também um dos componentes dos ácidos nucleicos envolvidos no crescimento e diferenciação celular (DNA e RNA). Ainda é indispensável na transferência de energia (ATP) (RUNHO et al., 2001; ADEOLA et al., 2005).

O fósforo apresenta-se na forma de fosfolípidos, fitatos (forma orgânica) bem como monofosfato, difosfato ou trifosfato (forma inorgânica). No plasma a forma iônica predomina, além de estar em grandes quantidades nos músculos e fígado e é absorvido na forma de ortofosfato (MAIA, 2009).

O processo de absorção de P pode sofrer influência de inúmeros fatores, dentre eles estão a relação Ca:P, presença de vitamina D, níveis de proteína e energia da ração, níveis de P, idade e sexo, paratormônio e viscosidade intestinal (PIZZOLANTE, 2000; MARTINS, 2003; CORTELAZZI, 2006). Além destes podemos citar ainda os ingredientes utilizados na fabricação das rações, existência de outros minerais que são antagonistas a absorção do P, como Alumínio (Al), Manganês (Mg), Zinco (Zn), Ferro (Fe), Selênio (Se) entre outros, e quantidade de hormônios circulantes (FIGUEIRÊDO, 1998).

A homeostase do P é mantida através de vários sistemas, sendo que os três órgãos principais são: sistema esquelético, rins e o intestino delgado. Os níveis no sangue são mantidos através de um complexo sistema hormonal constituído pela calcitonina (CT), hormônio paratireóideo (PTH), vitamina D (1,25 diidroxicalciferol) e hormônio do crescimento, sendo que este sistema é regulado pela relação Ca e P no sangue (GH) (MOTTA, 2002; AUMAN, 2003).

Esse sistema entra em ação quando há uma queda nos níveis de Ca no sangue, o PTH estimula reabsorção óssea, fazendo com que os níveis de Ca e P na corrente sanguínea se elevem. Além disso, age sobre os rins aumentando a excreção do P. A vitamina D estimula a reabsorção óssea e aumenta a absorção do P no lúmen intestinal. O GH, por sua vez promove o crescimento ósseo, estimula a absorção intestinal e renal do P (MOTTA, 2002; VEUM, 2010). A calcitonina possui ação contrária ao PTH, pois diminui a reabsorção óssea e aumenta a deposição de Ca e P nos ossos (MCDOWELL, 1992).

### 2.3 BIODISPONIBILIDADE DE P E EXIGÊNCIA PARA FRANGOS

bio

Como já citado anteriormente os ingredientes, utilizados na fabricação das rações de não ruminantes são de origem vegetal e o P oriundo deste está complexado ao ácido fítico (ADEOLA et al., 2011). A utilização deste P pelas aves vai depender da sua capacidade de realizar a hidrólise da molécula, que conseqüentemente causa a liberação dos íons de P (SINGH, 2008). Porém, nos não ruminantes quase não há produção da enzima fitase, que realiza a hidrólise do ácido fítico, com isso há pouco aproveitamento do P fítico pelas aves (COWIESON et al., 2011).

Cerca de 30 % do fósforo presente nos alimentos de origem vegetal está disponível para os animais não ruminantes (CAMPESTRINI et al., 2005). Como a adição de P na dieta é cara, o conhecimento da biodisponibilidade do fósforo nos alimentos se torna de fundamental importância para a formulação da ração (VEUM, 2010).

A biodisponibilidade é definida como sendo uma porção de qualquer nutriente que foi ingerido, com capacidade de atender as necessidades fisiológicas em tecidos alvos (COZZOLINO, 1997). Pode ser também considerada como um valor respectivo em comparação à uma fonte padrão, e pode ser expressa por várias repostas biológicas (SOUZA et al., 2009).

Para realizar a avaliação da biodisponibilidade de minerais em aves são utilizados ensaios de crescimento, avaliando o desempenho zootécnico das mesmas. A razão disso deve-se ao fato dos animais apresentarem crescimento acelerado, alta exigência nutricional de minerais e pouca reserva dos mesmos. Contudo, outros fatores também são avaliados para a determinação da biodisponibilidade, sendo que o desenvolvimento ósseo é o mais utilizado tanto em trabalhos com aves como em suínos. No geral, utiliza-se o tíbiotarso e/ou o metatarso respectivamente como o osso de referência (SAKOMURA et al., 2007).

As concentrações séricas desse mineral também são utilizadas porém, alguns autores não consideram esses dados satisfatórios, em razão do sistema hormonal manter os níveis de P e Ca no sangue estáveis (GROOTE et al., 2002; VIVEROS et al., 2002).

Ao testar a biodisponibilidade de fósforo em alimentos com níveis baixos de fitato em relação aos convencionais, Borgatti et al. (2009) citaram que estes alimentos proporcionaram melhoras no desempenho, além de aumentarem os teores de cinzas da tíbia das aves, sendo que estes resultados devem-se a razão do maior teor de P disponível nesse alimentos.

A utilização de farelo de soja com baixos teores de fósforo fítico, proporcionou um aumento na biodisponibilidade do fósforo de 39% para 61% nos alimentos com baixos teores de P fítico (SANDS et al., 2003), valores próximos com os encontrados por Borgatti et al. (2009), de 34,2% e 90,8% para o farelo de soja convencional e o com baixo teor de fósforo fítico, respectivamente. Já a biodisponibilidade do fósforo no milho com baixo fósforo fítico foi de 87,0 % contra 18,5 para o alimento normal.

O balanceamento correto das rações é de suma importância para reduzir os gastos com a alimentação e também reduzir a excreção de resíduos nos dejetos dos animais. Dietas com superdosagens de P são comuns no mercado, isso ocorre devido à falta de um sistema atualizado sobre trabalhos envolvendo o requerimento deste mineral, em virtude das tabelas de exigências dos animais e composição nutricional dos alimentos utilizados se basearem em trabalho antigos (ANGEL, 2008).

Entretanto, há vários fatores que podem modificar as exigências das aves, tais como nível energético da ração, linhagem, sexo, idade, temperatura ambiental, umidade do ar, estado sanitário, idade entre outros (ROSTAGNO et al., 2005; SARAIVA, 2007; AROUCA, 2008; BÜNZEN et al. 2008).

Ao avaliar as exigências nutricionais de frangos de 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, em diferentes temperaturas, Maia (2009) concluiu com base nos resultados de desempenho que a exigência de Pd foi de 0,116 % de Pd/Mcal de energia metabolizável (EM) independente da temperatura para a idade de 8-21 dias e, 0,083 a 0,170 % e 0,153 a 0,183 % de Pd/Mcal de EM para aves de 22-42 dias em termo neutralidade e altas temperaturas, respectivamente.

Atualmente utiliza-se o NRC (1994) quando se fala em exigências de aves, apesar de estes dados terem sido obtidos de trabalhos publicados entre os anos de 1952-1986. Porém, com o desenvolvimento da genética, da sanidade e da ambiência, os frangos de hoje apresentam um crescimento e desenvolvimento mais acelerado que os do passado, conseqüentemente uma exigência maior (ANGEL, 2008).

As exigências nutricionais segundo o NRC (1994) para aves de 1 a 21 dias de idade, é de 0,151 de Pd/Mcal de energia metabolizável. No entanto Rostagno et al. (2011) recomenda 0,158 e 0,131% de Pd/Mcal de EM de 1 a 7 dias e de 8 a 21 dias de vida respectivamente, para aves com rendimento superior. Níveis bem abaixo dos apresentados por Lázaro et al. (2008), que indicaram a utilização de 0,232 % de Pd/Mcal de EM para aves de 1 a 28 dias.

De acordo com o NRC (1994), Rostagno et al. (2011) e Lázaro et al. (2008) as exigências são de 0,109 % (22 a 42 dias), 0,113 % (22 a 33 dias) e 0,096% (34 a 42 dias), 0,214 % (29 aos 52 dias) de Pd/Mcal de EM, respectivamente.

Conforme Runho et al. (2001), a exigência de frangos de 1 a 21 de idade é de 0,148% de Pd/Mcal de EM, quase o mesmo valor encontrado por Meneghetti et al. (2012) que ao testar uma fonte alternativa de P determinaram que a exigência para frangos é de 0,143 de Pd/Mcal de EM, para dietas com 1% de Ca.

Ao avaliarem os ossos, Gomes et al. (2004) determinaram que a exigência de Pd foi de 0,442% e 0,454% para a idade de 22 a 42 dias, para machos e fêmeas, respectivamente. Todavia se as exigências de Ca e P não são supridas pela dieta, observar-se mineralização óssea inadequada, diminuição no desempenho e aumento da mortalidade (NRC, 1994).

Durantes os processo de apanha e abate, há uma significativa perda de carcaças em virtude da quebra de ossos, com isso a formação e mineralização óssea são importantes (GOMES et al., 2004). Segundo Oliveira (2006), o melhoramento genético tem propiciado o aparecimento de linhagens com desenvolvimento acelerado, porém o tecido ósseo não está acompanhando esse desenvolvimento, fazendo com que ocorra um aumento nos casos de problemas locomotores em aves.

Os resultados encontrados por Gomes et al. (2004) e Sá et al. (2004) indicaram que as variáveis de desempenho são menos sensíveis que as relacionadas com os ossos, sugerindo que os níveis de P para que haja o desenvolvimento ósseo máximo é maior que o necessário para otimizar o desempenho.

## 2.5 ORIGEM DO RESÍDUO SECO DE DESTILARIA CONTENDO SOLÚVEIS

Atualmente busca-se a utilização de fontes energéticas limpas, com isso tem se dado grande importância aos biocombustíveis. A utilização em grande escala do etanol no Brasil, produzido através da cana-de-açúcar, se deu depois da crise do petróleo. Da mesma forma nos EUA a utilização do etanol como fonte de energia limpa torna-se a cada dia mais importante para o desenvolvimento energético do país (MAFIOLETTI et al., 2011).

Reconhecendo a importância das fontes energéticas limpas, no ano de 2007 o EUA aprovou a lei EISA – Energy Independence and Security Act (Independência e Segurança Energética), que entrou em vigor no ano de 2010 e prevê metas audaciosas para a produção de etanol no país, que passaria de uma produção de 49,3 bilhões de litros em 2010 para 136 bilhões de litros em 2022 (EIA, 2012).

Oriundo do milho a produção de etanol dos EUA afeta diretamente os preços deste, no ano de 2011 o país utilizou cerca de 128 milhões de toneladas de milho na produção de biodiesel, e mesmo o país atendendo suas demandas do grão, a política provocou aumento no preço do cereal no mercado mundial, já que o mesmo é uma *commodity* (MAFIOLETTI et al., 2011).

O DDGS é obtido no processo de fabricação do etanol derivado do milho ou de outra fonte de amido, em um processo denominado moagem a seco. Neste processo o milho é moído e misturado com água, posteriormente adicionam-se enzimas para transformar o amido em dextrose, um açúcar simples. Então, esta mistura é aquecida para reduzir os níveis de bactérias antes da fermentação. Após, a mistura é levada para os tanques de fermentação de leveduras, onde começa o processo de transformação do açúcar em etanol e dióxido de carbono. O resíduo desse processo é denominado DDGS (U. S. GRANIS CONUCIL, 2011).

Com o crescimento do setor automobilístico no Brasil e a introdução do motor flex em 2003, o etanol tornou-se fundamental entre os combustíveis, mesmo com a variação de preços que ocorrem nos períodos de safra e entre safra tanto para a indústria quanto para o consumidor. O etanol brasileiro é derivado do processamento da cana-de-açúcar, entretanto já está em funcionamento a primeira usina considerada flex, chamada assim, pois processa tanto a cana de açúcar quanto o milho e o sorgo para a produção de etanol (CONAB, 2012).

A indústria está localizada na zona rural do município de Campos de Júlio (MT), região Oeste do Estado. Surge com o intuito de reduzir a ociosidade dos processos na usina no período de entressafra da cana, reduzir o gasto com o deslocamento do milho para outras regiões, valorizando o produto, diminuir a variação que ocorre na oferta do etanol durante o ano e aumentar a oferta do subproduto (DDGS) utilizado na alimentação animal. A usina tem capacidade para produzir 150 mil litros de etanol por dia (CONAB, 2012).

No processamento do milho para a fabricação de etanol, são igualmente produzidos três compostos, 1/3 de etanol, 1/3 de dióxido de carbono e 1/3 de subproduto chamado de DDGS, que é muito utilizado alimentação de ruminantes, como a tendência é da sua oferta crescer cada vez mais, testes com a inclusão do DDGS na alimentação de não ruminantes estão sendo realizados (LUMPKINS et al., 2005).

## 2.6 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO DDGS

O DDGS também pode ser oriundo da fermentação de grãos da fabricação de bebidas alcoólicas, com essa falta de homogeneidade, a composição de nutrientes entre amostras de DDGS é bastante variável (BATAL et. al., 2003). Na Tabela 1 observa-se a composição média de nutrientes do DDGS e a variação que ocorre entre as amostras.

**Tabela 1.** Composição nutricional do DDGS.

Nutrientes (%)	Média (CV)	Varição
Proteína Bruta	30,9 (4,7)	28,7 - 32,9
Gordura	10,7 (16,4)	8,8 - 12,4
Fibra Bruta	7,2 (18,0)	5,4 - 10,4
Cinzas	6,0 (26,6)	3,0 - 9,8
Lisina	0,90 (11,4)	0,61 - 1,06
Arginina	1,31 (7,4)	1,01 - 1,48
Triptofanon	0,24 (13,7)	0,18 - 0,28
Metionina	0,65 (8,4)	0,54 - 0,76
Fósforo	0,75 (19,4)	0,42 - 0,99

Fonte: Spiehs et al. (2002).

Além disso, podemos citar o processamento térmico, que pode afetar a composição nutricional do DDGS. Segundo Fastinger et al. (2006), quanto maior for o tempo e temperatura utilizados nesse processo, a disponibilidade do P melhora, em contrapartida a digestibilidade dos aminoácidos e teores de energia bruta acabam diminuindo.

A técnica de processamento utilizada também influencia nas características nutricionais do produto. Parsons et al. (2006) testaram novas formas de processamento para tentar melhorar a composição nutricional e segundo eles a *Modified dry grind process* (MDG) e *Quick germ quick fiber process* (QGQF), quando comparados com a convencional apresentaram melhores níveis de proteína, porém com menores teores de gordura e fibra.

Já o processo denominado *Elusieve*, que consiste na separação da fibra por peneiramento e ventilação, melhorou os níveis de gordura e proteína ao mesmo tempo em que reduziu os de fibra da amostra. Sendo que nenhum dos processos alterou a digestibilidade dos aminoácidos.

Ao verificarem a composição mineral de amostras de DDGS, Batal et al. (2003) constataram que os níveis de sódio variaram de 0,09 a 0,44 %, os teores de enxofre ficaram três vezes maiores do que é indicado pelo NRC, sendo que os níveis de cálcio também se apresentaram superior ao ideal e o fósforo apresentou teores de 0.68%.

Há uma elevada concentração de fósforo no DDGS, entretanto, também existe uma variação entre as fontes que são utilizadas, isso em decorrência da fonte do amido e do processo utilizado na fabricação do etanol (LUMPKINS et al., 2005). Conforme Martinez-Amezcu et al. (2004) a biodisponibilidade desse mineral varia de 69 a 102% com relação ao fosfato monopotássico, e ocorre um aumento na biodisponibilidade de P quando a temperatura na produção do DDGS é aumentada, em contra partida acarreta a queda da digestibilidade da lisina.

Com o intuito de aumentar essa biodisponibilidade, Martinez-Amezcu et al. (2006) avaliaram o efeito da fitase e do ácido cítrico, sendo que estes ocasionaram um aumento de 0,049% e 0,072% de fósforo do DDGS, respectivamente. Ao analisar 20 amostras diferentes de DDGS, Parsons et al. (2006) determinaram valores de 88% de matéria seca, 14% de gordura, 0,03% de Ca, 0,73% de P, 0,73% de lisina, 0,49% de metionina, 72 % de lisina digestível e de energia 2863 kcal/kg.

A biodisponibilidade de P a partir de DDGS é muito variável entre as amostras de DDGS em razão de inúmeros fatores. Entretanto, este subproduto apresenta valores maiores que grãos de cereais (LUMPKINS & BATAL, 2005). Isto porque a maior parte do fósforo em grãos é abrigado fixado ao ácido fítico (NELSON et al., 1968), que não é bem aproveitados pelas aves em razão destas apresentarem baixos níveis da enzima fitase para liberar o fósforo fítico (COWIESON et al., 2011).

O aumento na biodisponibilidade do P do DDGS pode esta correlacionada com o processo de fermentação que passa o milho durante o processo de fabricação do etanol e a com a temperatura no processo de secagem (SALIM et al., 2010). Segundo Dale & Batal (2005), as leveduras envolvidas no processo transformam alguma parte do P fítico em uma forma mais simples e de fácil absorção pelas aves. O aumento na temperatura também influencia a biodisponibilidade do P no DDGS (CARLSON & POULSON, 2003).

Ao desenvolverem um experimento para avaliar o efeito do calor na biodisponibilidade de P Martinez-Amezcu et al. (2007) verificaram que conforme aumentou a temperatura de secagem aumentou a biodisponibilidade do P, passando de 69% das amostras secas pelo processo normal para 91 % nas amostras submetidas a temperaturas elevadas de secagem. Entretanto, apesar de aumentar a biodisponibilidade o aumento da temperatura teve efeito negativo sobre a digestibilidade dos aminoácidos do DDGS.

Contudo, o aumento na produção do etanol resultará em uma crescente oferta de DDGS, o que pode fazer com que o preço do produto diminua ao mesmo tempo em que sua qualidade e homogeneidade se elevem (PARSONS et al., 2006).

## 2.7 DDGS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para avaliar a inclusão deste produto na dieta de frangos de corte, com intuito de substituir em partes o milho. O mesmo é uma alternativa viável, principalmente quando ocorre um aumento no preço do milho ou quando o mercado passa por dificuldades. (LOAR II et al., 2010). Esse interesse pelo subproduto se deve ao aumento da sua oferta no mercado, em decorrência do aumento da produção de etanol (SHURSON, 2003; CONAB, 2012).

Com o intuito de verificar os possíveis níveis de inclusão na dieta para frangos de corte, Lumpkins et al. (2004), testaram níveis de inclusão de DDGS nas rações com alta e baixa densidade, para frangos de 1 a 18 dias de idades, com isso verificaram que nível ideal de inclusão de DDGS nesta fase é de 6%, podendo chegar até 12% nas dietas com alta energia, porém com níveis superiores o desempenho inicial das aves é afetado, fato esse que se deve ao aumento da concentração de proteína do milho em relação à soja, o que causa uma deficiência de lisina.

Resultados semelhantes foram encontrados por Loar II et al. (2010), os quais verificaram que o nível ótimo de inclusão é de 8% para frangos de 1 a 7 dias de idade e pode variar de 7,5 a 15 % para as idades de 8 a 28 dias e que níveis maiores causaram uma piora no desempenho. As aves que não receberam DDGS na alimentação inicial apresentaram decréscimo no consumo na fase de crescimento quando foram alimentadas com ração contendo níveis mais elevados do subproduto, indicando que a utilização do mesmo na fase inicial pode ser vantajosa, antes de realizar a inclusão de níveis altos de DDGS na ração nas fases seguintes.

Outro estudo enfatizou que a inclusão de até 24 % de DDGS na ração não interfere no desempenho e na qualidade de carcaça de frangos de 1 a 42 dias de idade, no entanto deve-se ter cuidado com os níveis de aminoácidos digestíveis da dieta (SHIM et al., 2011).

A adição de até 12 % de DDGS na dieta, não afeta a qualidade de carne do peito e da coxa das aves, enquanto níveis superiores resultam em aumento dos níveis de ácidos graxos poli-insaturados na coxa, o que pode aumentar a oxidação no armazenamento (SCHILLING et al., 2010).

Ao utilizar DDGS na alimentação de frangos de corte Youssef et al. (2008) verificaram que não houve diferença significativa entre os diferentes níveis de inclusão 0 e 15 %, para o consumo de ração, digestibilidade da proteína, ganho de peso e matéria seca, sugerindo que o DDGS pode ser utilizada na alimentação de frangos de corte como uma fonte de proteína.

O DDGS de boa qualidade pode ser utilizado em dietas de frangos em níveis de 15 a 20 %, com um pequeno efeito adverso no desempenho, resultando em uma perda de rendimento de carcaça e rendimento de carne de peito (WANG et al., 2007).

Isso torna evidente que a utilização dos DDGS é uma alternativa eficaz na alimentação de não ruminantes, podendo propiciar uma redução na utilização dos principais ingredientes utilizados atualmente.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no aviário experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, localizado na mesorregião sudoeste do Estado do Paraná.

Foram utilizados 300 pintainhos machos da linhagem Cobb<sup>®</sup> 500, vacinados contra doença de Marek, Bouda Aviária e Bronquite Infecciosa. As aves foram distribuídas em quatro tratamentos com cinco repetições, em um delineamento inteiramente casualizado. Cada repetição teve 15 aves com densidade de 17 aves/m<sup>2</sup>, por um período de 21 dias. As aves receberam ração basal *ad libitum*, formulada segundo Rostagno et al. (2011), durante os sete primeiros dias e quando iniciou o período experimental os comedouros foram limpos para a troca da ração.

Com sete dias de idade as aves foram pesadas e separadas por faixa de peso eliminando a faixa mais pesada e a mais leve  $\pm 10\%$  da média e o restante foram distribuídas aleatoriamente entre os 20 boxes, até alcançar o número de aves por repetição, conforme Sakomura et al. (2007), e estas passaram a receber as dietas experimentais.

A ração basal (Tabela 2), à base de milho e farelo de soja, suplementada com vitaminas e minerais, formulada para atender às exigências nutricionais de pintos de corte machos, de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para o fósforo disponível (Pd), que permaneceu deficiente (0,106%) foi suplementada com dois níveis de fósforo proveniente do fosfato bicálcico e um pela inclusão de 20% DDGS, sendo que as dietas foram divididas em quatro tratamentos:

T1: Ração deficiente em fósforo disponível, com 0,106% de Pd;

T2: Ração basal mais fosfato bicálcico, com 0,206 % de Pd;

T3: Ração basal mais fosfato bicálcico, com 0,306 % de Pd;

T4: Ração com 20% de DDGS, com 0,356% de Pd;

As variáveis analisadas foram: o consumo de ração, conversão alimentar, resistência óssea, matéria mineral e índice de Seedor. Para a determinação do consumo de ração e conversão alimentar, as aves e a ração de cada repetição foram pesadas aos 7 e 21 dias, sendo que a mortalidade de cada repetição foi anotada e proporcionalmente descontada dos cálculos.

Para a análise dos parâmetros ósseos ao final do período experimental, duas aves por repetição foram utilizadas coletando-se as tíbias esquerdas e direitas. Para calcular do índice de Seedor (densidade óssea) foram utilizadas as tíbias do lado esquerdo, sendo as mesmas amostras que posteriormente foram utilizadas na determinação da resistência. Após secas, as

mesmas foram pesadas e medidas (comprimento). Quanto maior o índice de Seedor maior a densidade da peça óssea, e vice-versa (SEEDOR et al., 1991).

**Tabela 2.** Composição da ração basal (%).

Ingredientes*	(%)
Soja farelo 45%	42,270
Milho grão	21,850
Amido	15,000
Açúcar	15,000
Óleo de soja	2,654
Calcário	1,945
Sal comum	0,497
DL-metionina	0,342
L-lisina hcl	0,116
Premix-app	0,100
L-treonina	0,076
Cloreto de colina	0,060
Coxistac	0,060
Bht	0,020
Enradin	0,010
<b>Valores calculados</b>	
Proteína bruta	21,20
Energ. Met.aves (mcal/kg)	3,053
Lisina dig.aves	1,217
Met.+cist.dig.aves	0,876
Cálcio	0,841
Fósforo total	0,291
Fósforo disponível	0,106

Após a determinação do índice de Seedor, as tíbias foram utilizadas na análise da resistência dos ossos à quebra. A mesma foi estipulada por meio do equipamento Texture Analyzer – Modelo CT350K em kgf/mm. Foram colocados apoios na região das epífises ósseas, os ossos ficaram apoiados apenas em suas extremidades, encontrando-se sem apoio na região central. A força do aparelho foi aplicada na região central, sempre no mesmo ponto em todos os ossos e mensurada a força aplicada no momento da ruptura do osso.

Já para a definição do teor de cinza na tíbia, o tíbia do lado direita foi moída e colocada em estufa 105 °C para a secagem por 4 horas, após foram pesadas, calcinados em mufla a 600 °C por 4 horas e novamente foram pesados após o resfriamento.

Por meio de regressão linear múltipla, usando as variáveis ganho de peso, conversão alimentar, resistência óssea, índice de Seedor e cinza na tíbia como variáveis dependentes (y),

e consumo de P dos tratamentos, como variáveis independentes (x), foram obtidas cinco equações do tipo:

$$\hat{Y}=a+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3$$

Em que  $x_1$  é consumo de P basal;  $x_2$ , consumo de P do fosfato bicálcico e o  $x_3$ , consumo de P da fonte testada.

**Tabela 3.** Composição nutricional da amostra de DDGS utilizado no experimento (%).

Nutriente	(%)
Energ. Met.aves (mcal/kg)	2,804
Proteína bruta	23,25
Metionina total	0,57
Metionina dig. Aves	0,55
Lisina total	0,66
Lisina dig. Aves	0,59
Arginina dig. Aves	0,92
Isoleucina dig. Aves	0,91
Leucina dig. Aves	3,27
Met.+cist.dig. aves	1,037
Treonina dig.aves	0,916
Triptofano dig.aves	0,163
Valina dig.aves	1,148
Cálcio	0,04
Fósforo total	0,940
Fósforo disponível	0,479

A disponibilidade biológica de P do DDGS foi calculada pela relação dos coeficientes de regressão (Slope Ratio Technique), onde foi considerando o P do fosfato bicálcico com 100% de disponibilidade.

$$BDP= b_t / b_p \times 100$$

BDP: Biodisponibilidade relativa do fósforo (%);

$b_t$ = Coeficiente de regressão fonte testada;

$b_p$ = Coeficiente de regressão fonte padrão;

As equações de regressão e as análises da variância foram determinadas com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genética (UFV, 1982).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho das aves encontram-se na Tabela 4. Os tratamentos apresentaram diferenças entre as médias, para as variáveis peso final (PF), ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR). Contudo esta diferença entre os tratamentos 1, 2 e 3 já era esperada em virtude de apresentarem um nível crescente de fósforo disponível (Pd) de 0,106 à 0,306%, disponibilizando as aves as quantidades necessárias de fósforo, que estas necessitavam para apresentarem um desenvolvimento mais rápido.

**Tabela 4.** Efeito da fonte e do nível de suplementação de P sobre o desempenho de pintos de corte, de 7 a 21 dias de idade.

	Peso final (g)	Ganho de peso (g)	Cons. de Ração (g)	Conversão Alimentar (kg)
Ração Basal (RB)	365,71	238,62	497,63	2,086
RB+FB (0,206% Pd)	516,13	389,09	591,53	1,520
RB+FB (0,306% Pd)	604,90	477,78	708,75	1,483
RB+DDGS (0,356% Pd)	421,70	294,45	537,93	1,827
CV (%)	1,994	2,696	2,789	3,349

O tratamento com a inclusão de DDGS nas variáveis de desempenho apresentou médias próximas ao tratamento com 0,206 de Pd, o que já indica que o mesmo não possui uma biodisponibilidade alta do P presente em sua composição, em razão das médias deste tratamento ficarem bem abaixo do tratamento com 0,306% de Pd.

As aves que foram alimentadas com a ração suplementada com 0,306% de fósforo disponível com fosfato bicálcico (tratamento 3), apresentaram maior média no peso final (604,9g), ganho de peso (477,7g) e consumo de ração (708,7g). O desempenho inferior do tratamento 1 pode ser justificado pela deficiência dietética em fósforo disponível (0,106%).

Resultados semelhantes aos encontrados por Martinez-Amezcuca (2006) e Kim et al. (2007) onde estes verificaram que o ganho de peso das aves alimentadas com 0,2% Pd não diferiu estatisticamente do tratamento que recebeu ração com a inclusão de 14% de DDGS.

Martinez-Amezcuca (2004) por sua vez não observou diferença entre o tratamento com inclusão de 25% de DDGS em relação ao tratamento com 0,2 % Pd, tanto para a variável ganho de peso como para o consumo de ração. Resultados contrários dos encontrados neste trabalho, pois mesmo quando as aves tenham sido suplementadas com ração contendo 0,206% de Pd, elas apresentaram um desenvolvimento superior as que receberam a dieta contendo 20% de DDGS. Laurentzet et al. (2009), também observou que as piores médias para ganho de peso foram nos tratamentos com baixos níveis de P, em frangos, dos 22 aos 35 dias de

idade.

A conversão alimentar foi outra variável que apresentou diferenças entre as médias dos tratamentos, onde o tratamento com 0,306 % Pd, apresentou o menor valor (1,483 kg) em comparação com o tratamento com a inclusão de 0,206 de Pd (1,520 kg) e o tratamento com inclusão de 20% de DDGS (1.827 kg). As aves que receberam a dieta basal tiveram a pior conversão alimentar (2,086 kg).

Brugalli et al. (1999) ao testarem níveis crescentes de P observaram que o aumento do nível de Pd de 0,2 para 0,3%, melhorou o ganho de peso, porém, o consumo de ração aumentou e com isso a conversão alimentar não apresentou diferença estatística entre os dois tratamentos.

Esse crescimento retardado encontrado no tratamento 1, pode ser em decorrência da suplementação inadequado de P na fase de crescimento das aves, segundo Camelo (2011) essa deficiência de um mineral implica em um desequilíbrio na homeostase e no crescimento ósseo, ou seja, ocorre uma calcificação irregular dos ossos.

Segundo Parmer et al. (1987) e Runho et al. (2001), há uma baixa no consumo de ração ao se utilizar dietas com quantidades baixas de Pd. Estes autores comentam que esta carência do mineral prejudica o desenvolvimento das aves, sobretudo por estas diminuírem o consumo de ração, e por reduzirem a síntese e secreção do hormônio da tireóide (triiodotironina) e de crescimento.

Outro fator que pode ter afetado o crescimento do tratamento com deficiência de P (0,106% de Pd) é a relação Ca:P, que neste tratamento se encontrou superior a 3:1. Sendo que o ideal seria uma relação de 2:1. Pois qualquer um dos dois minerais em excesso diminui o aproveitamento do outro pelas aves (BERTECHINI, 2004).

As médias das variáveis ósseas estão apresentadas na tabela 5. Novamente o tratamento com 0,306% de Pd apresentou as maiores médias para a variável resistência óssea, com valores bem acima dos encontrados para o tratamento com a inclusão de DDGS, que por sua vez teve média maior de que as dos outros tratamentos. Brugalli et al. (1999) encontraram valores de 14,34 e 9,93 kgf/mm para a resistência óssea quando as aves foram alimentadas com 0,3 e 0,2% de Pd, valores acima aos encontrados no presente estudo 10,847 e 4,308 kgf/mm, respectivamente.

Os valores do índice de Seedor (densidade óssea) apresentaram diferenças entre as médias, contudo o tratamento com a inclusão do DDGS apresentou valor superior aos demais tratamentos. Este resultado pode ter ocorrido por este tratamento ter apresentado um menor comprimento da tíbia em relação aos demais tratamentos, isso mostra que o desenvolvimento

ósseo foi afetado pela deficiência de Pd na dieta fornecida as aves.

**Tabela 5.** Efeito da fonte e do nível de suplementação de P sobre as características ósseas de pintos de corte, de 1 a 21 dias de idade.

	Resistencia Óssea (kgf/mm)	Índice de Seedor	Cinza da tíbia (%)
Ração Basal (RB)	3,206	84,456	17,058
RB+FB (0,206% Pd)	4,308	89,176	18,996
RB+FB (0,306% Pd)	10,847	89,066	27,081
RB+DDGS (0,356% Pd)	4,419	95,779	18,951
CV	20,217	7,762	21,740

Com relação à porcentagem de cinzas ou matéria mineral da tíbia. Os resultados obtidos demonstram novamente diferenças entre os tratamentos. O tratamento com 0,306% apresentou o maior teor de cinzas 27,081 % quando comparados aos outros, o tratamento com a inclusão com 20% de DDGS quase não diferiu do tratamento com 0,206% de Pd, mas ambos obtiveram valores acima dos apresentados pelo tratamento 1.

Esse aumento no teor de cinzas da tíbia e resistência óssea do tratamento 1 para os demais provavelmente é reflexo do aumento linear da ingestão de Pd, isso proporcionou às aves depositarem maiores quantidades do mineral nos ossos. Runho et. al. (2001) encontraram resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho, as aves que foram alimentadas com 0,15 % Pd tiveram menor resistência a quebra e porcentagem de cinza na tíbia quando comparadas a níveis mais elevados de Pd.

De acordo com Ahmad et al. (2000), a disponibilidade biológica do P afeta diretamente sua retenção pelas aves. Augspurger et al. (2003) e Augspurger & Baker (2004) observaram que a resposta do teor de cinza na tíbia, quando o P é suplementado até 0,3%, apresentou um aumento linear, para aves da mesma idade dos utilizados neste experimento.

Martinez Amezcua et al. (2004), observaram um aumento nos teores de cinzas da tíbia para a dieta contendo até 0,3% de Pd quando comparado ao tratamento com a inclusão de 14% de DDGS na ração. O mesmo foi encontrado por Kim et al. (2008), que encontraram um maior teor de cinza quando as aves foram alimentadas com 0,2% de Pd, em relação às aves que receberam uma dieta contendo 14% de DDGS.

Para todas as variáveis foi realizada a análise de variância, apenas o índice de Seedor não foi significativo ( $P > 0,05$ ). Contudo não realizou-se o teste de media porque estes dados foram apenas utilizados na determinação das equações de regressão linear múltipla, para o cálculo da biodisponibilidade relativa do P.

A biodisponibilidade relativa do P (BRP) é importante para as aves, pois esta afeta

diretamente o crescimento e desenvolvimento das mesmas. Além do que, o P é um dos nutrientes mais caros da dieta (KIM et al., 2008). As equações de regressão, os coeficientes de determinação e a biodisponibilidade relativa do P, são apresentados na tabela 6. Houve grande variação nos valores da BDP para a fonte testada, quando estimados por intermédio de cada uma das variáveis estudadas. O valor médio da BDP obtido considerando todas as variáveis foi de 21,97% para a amostra de DDGS utilizado neste experimento.

**Tabela 6.** Equações de regressão, coeficientes de determinação e biodisponibilidade relativa do fósforo, considerando as diferentes variáveis (%).

Variável	$\hat{Y}=a+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3^2$	R <sup>2</sup>	BPR <sup>1</sup>
Ganho de Peso	$30,9751+1561x_1+972,793x_2+187,40x_3$	0,94	19,26
Conversão Alimentar	$1,48427+3,30690x_1-5,43756x_2-1,72316x_3$	0,64	31,69
Resistencia óssea	$35,7010+14,0237x_1+49,5855x_2+18,3732x_3$	0,80	37,05
Índice de Seedor	$-76,6793+1115,19x_1-451,543x_2-20,9186x_3$	0,54	4,63
Cinza na Tíbia	$-15,8199219,674x_1-21,5409x_2+3,70875x_3$	0,40	17,22
Média			21,97

<sup>1</sup>Valores calculados considerando o P proveniente do fosfato bicálcico com 100% de disponibilidade.

<sup>2</sup>Y = variável dependente; b<sub>2</sub>= coeficiente de regressão padrão; b<sub>3</sub> = Coeficiente de regressão testada; x<sub>1</sub> = consumo de P basal; x<sub>2</sub> = consumo de P do fosfato bicálcico; x<sub>3</sub> = consumo de P da fonte testada.

A variável resistência óssea foi a que apresentou o maior valor para a BRP (37,05%) e é representada pela equação de regressão  $\hat{Y}=35,7010+14,0237x_1+49,5855x_2+18,3732x_3$  (R<sup>2</sup>:0,80), valor próximo do estimado para a BDP pela variável conversão alimentar (31,69%), que é representada pela equação de regressão  $\hat{Y}=1,48427+3,30690x_1-5,43756x_2-1,72316x_3$  (R<sup>2</sup>:0,64). Já para as variáveis ganho de peso e cinza da tíbia a BDP foi de 19,26 e 17,22 %, sendo que as mesmas são representadas pelas equações  $\hat{Y}=30,9751+1561x_1+972,793x_2+187,40x_3$  (R<sup>2</sup>:0,94) e  $\hat{Y}=-15,8199+219,674x_1-21,5409x_2+3,70875x_3$  (R<sup>2</sup>:0,40), respectivamente.

Como pode ser observado na tabela 5 o índice de Seedor foi a variável que obteve o pior valor para a BDP (4,63%) e é representada pela equação de regressão  $\hat{Y}=-76,6793+1115,19x_1-451,543x_2-20,9186x_3$  (R<sup>2</sup>:0,54). Sendo que todas as equações de regressão se apresentaram estatisticamente significativas (P<0,05).

A BRP determinada para a amostra de DDGS no presente estudo ficou abaixo das encontradas nos trabalhos. Segundo Martinez-Amezcuca (2006) e (2004) a biodisponibilidade relativa de fósforo para a amostra de DDGS utilizada por eles foram de aproximadamente 61,5% e 69%, respectivamente, para amostras que apresentavam a mesma coloração amarelo dourado. Sendo que este valor ainda é menor que o valor estipulado pelo NRC (1998) que é de 77%.

O valor P biodisponibilidade de 21,97 % novamente se encontra abaixo da variação de 54 a 68% reportados por duas amostras de DDGS de Lumpkins et al. (2004). Isso demonstra que a concentração de P no DDGS é muito variável, assim com a sua quantidade de P total. Em uma amostra de DDGS que possuía 0,74% de P total, submetidas a dois ensaios diferentes Lumpkins e Batal (2005) relataram a BRP de 68 e 54%. Da mesma forma, Martinez – Amezcua et al. (2004), descreveram uma biodisponibilidade de 82%, porém as BRP teriam variado de 69-102 %. Já para uma amostra de DDGS obtida de forma convencional Kim et al. 2008 determinaram que a biodisponibilidade foi de 60%.

O motivo do baixo valor encontrado para a biodisponibilidade relativa do P para a amostra de DDGS utilizada neste experimento é desconhecido. Contudo, grande parte desta variação pode estar ligada a quantidade de P total que estava na forma de P fítico, neste experimento não se realizou as análises para determinar a quantidade do mesmo na amostra. Além disso, as quantidades de P biodisponível podem ser afetadas pelas condições de processamento, dentre as quais temperatura, tempo de fermentação ou o conjunto das duas na produção do etanol.

Algumas pesquisas realizadas com cevada e trigo têm demonstrado a temperatura durante a imersão e o tempo de fermentação tem ação direta sobre a ação da enzima fitase (CARLSON & POULSEN, 2003). Outra causa para a variação da BP no DDGS, se houver, seria oscilação do tempo e a temperatura durante o processo de secagem do mesmo.

Segundo Duhan et al. (2002) mostraram que o ácido fítico presente no grão foi reduzido em 12% em virtude do cozimento em uma pressão de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Martinez Amezcua et al., (2004) avaliaram dois tipos de processamento e relataram que as amostras auto clavadas aumentaram cerca de 12% a biodisponibilidade de P em relação amostras nonautoclavadas, passando de 75 para 87% de biodisponibilidade do P. Com isso, se acredita que o aumento na temperatura no processamento pode aumentar a biodisponibilidade de P da amostra, apesar de já sabermos que o calor excessivo tem efeito negativo sobre a digestibilidade dos aminoácidos e solubilidade das proteínas (PARSONS et al., 2006).

A quantidade de P biodisponível nesta amostra de DDGS foi calculada a partir da multiplicação do P total pelo valor da BRP encontrada neste trabalho (Tabela 7). Aproximadamente 0,207 % do P total (0,94%) presente na amostra de DDGS foi absorvido aproveitado pelas aves no seu desenvolvimento, este valor ficou abaixo do encontrado por Martinez-Amezcua et al (2006), estes obtiveram 0,412% de P biodisponível de 0,67% de P total da amostra.

**Tabela 7.** Estimativa da biodisponibilidade e coeficiente de biodisponibilidade do P no DDGS (%)<sup>1</sup>.

Tratamento	P total na amostra de DDGS	Coefficiente de biodisponibilidade para o P no DDGS	P Biodisponível no DDGS <sup>1</sup>
Dieta basal (20% DDGS)	0,94	21,97	0,2071

<sup>1</sup>Calculado pela multiplicação do P total do DDGS (0,94%) pela biodisponibilidade relativa de P nesta amostra de DDGS determinada na Tabela 5 (21,97%).

## 5 CONCLUSÃO

O valor de biodisponibilidade média de P obtido neste estudo para o DDGS foi de aproximadamente 22 %, isso corresponde a cerca de 0,207 % do P total da amostra. Contudo, observou-se ampla variação nos valores de BRP do DDGS, quando comparados aos da literatura. Assim sendo, tornam-se necessários mais estudos para a determinação e na padronização do processo de fabricação deste subproduto a fim de se obter maior credibilidade nos valores nutricionais empregados pelos nutricionistas na formulação de rações.

## REFERÊNCIAS

ADEOLA, O. Utilización del fósforo en aves y ganado porcino. In: XXI Curso de Especialización FEDNA. 7 y 8 de Noviembre. **Avances em Nutrición y Alimentación Animal**. Madrid, España.p.343-365, 2005.

ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science**. 89:3189-3218, 2011.

AHMAD, T. et al. Effect of microbial phytase produced from fungus *Aspergillus* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, p.103-114, 2000.

ANGEL, Roselina. **Phosphorus Requirements for Poultry**. Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, IN 47907, 2008.

AROUCA, C.L.C. **Exigência de fósforo disponível para suínos selecionados geneticamente para deposição de carne em diferentes fases de crescimento, dos 15 aos 120 kg**.2008. 81p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

AUMAN, S. K. Increasing Dietary Phosphorus Retention and Decreasing Fecal Phosphate Excretion. **In: Modern Commercial Broilers**. PhD Diss. Univ. North Carolina, Raleigh, 2003.

AUGSPURGER, N. R.; WEBEL, D. M.; LEI, X. G.; BAKER, D. H. Efficacy of an *E. coli* phytase expressed in yeast for releasing phytate-bound phosphorus in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**. 81:474–483, 2003.

AUGSPURGER, N. R. & BAKER, D. H. High dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not affect protein utilization in chicks fed phosphorus- or amino acid-deficient diets. **Journal of Animal Science**. 82:1100–1107, 2004.

BAR, A., et al. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affect by age. **British Journal of Nutrition**, v.89, p.51-60, 2003.

BATAL, A.; DALE, N. Mineral Composition of Distillers Dried Grains with Solubles. **Poultry Science Department**, University of Georgia, Athens, Georgia, 2003.

BERTECHINI, A.G. **Absorção e metabolismo de minerais em aves**. In: curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves. Anais. Jaboticabal, 2004.

BOLLING, S. D. et al. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, 79(2):224-230, 2000.

BORGATTI, Laura M. O. Biodisponibilidade relativa de fósforo em ingredientes com baixo teor de fitato determinada com base na mineralização óssea de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1901-1906, 2009.

BRUGALLI, Irineu et al. Exigência de Fósforo Disponível e Efeito da Granulometria na Biodisponibilidade de Fósforo da Farinha de Carne e Ossos para Pintos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1288-1296, 1999.

BÜNZEN, S. et al. Digestibilidade do fósforo de alimentos de origem vegetal determinada em suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1236-1242, 2008

CAMELO, Luiz Carlos Lemos. **Requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas Japonesas**. 2010. 58p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2010.

CAMPESTRINI, Evandro; SILVA, Vagner T. M.; APPELT, Matias D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n 6, p.259-272, 2005.

CARLSON, D. & POULSEN, H. D. Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. **Animal Feed Science Technology**. v.103, p 141-154, 2003.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Processo (simplificado) de produção de etanol de milho**. -TNS – Conab/Sureg-MT, Março, 2012 . Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_03\\_28\\_12\\_11\\_19\\_007a-12\\_-\\_proc\\_simplificado\\_-\\_prod\\_etanol\\_-\\_milho-\\_mt.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_28_12_11_19_007a-12_-_proc_simplificado_-_prod_etanol_-_milho-_mt.pdf), acessado em 20/06/2013.

CORTELAZZI, C.Q.L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal**. 2006. 62p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo Pirassununga, 2006.

COUSINS, Bart. Enzimas na nutrição de aves. **In: I Simpósio Internacional ACAV Embrapa sobre Nutrição de Aves**, 1999, Concórdia – SC. 15p, 1999.

COWIESON, A. J.; WILCOCK, P.; Bedford M. R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. **World's Poultry Science**. J. 67:225-235, 2011.

COZZOLINO, Silvia M. F. Biodisponibilidade de Minerais. **R. Nutr. Campinas**, 10(2): 87-98, jul./dez., 1997.

CRENSHAW, T.D. Calcium, phosphorus, vitamin D and vitamin k in swine nutrition. **Swine Nutrition** – 2ª ed. Boca Raton: CRC Press. p.187-212, 2001.

DALE, N. and BATAL, A.B. (2005) Distiller's Grains: Focusing on quality control. **Poultry Science Department**. University of Georgia. Athens, WATT poultry USA, 2005.

DUHAN, A.; KHETARPAUL, N.; BISHNOI, S. Content of phytic acid and HCl-extractability of calcium, phosphorus and iron as affected by various domestic processing and cooking methods. **Food Chem**. 78:9–14, 2002.

EIA - Energy Information Administration. **Biofuels Issues and Trends, october 2012**. Disponível em: <<http://www.eia.gov/biofuels/issuestrends/pdf/bit.pdf>>. Acesso em: 22/07/2013.

FARIA, Osvaldo L. V. et al. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada sequencial (RBS). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 309-317, abr.-jun. 2006.

FASTINGER, N. D.; LATSHAW, D.; MAHAN, D. C. Amino Acid Availability and True Metabolizable Energy Content of Corn Distillers Dried Grains with Solubles in Adult Cecectomized. **Poultry Science**. Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus, 2006.

FIGUEIRÊDO, A.V. **Disponibilidade biológica do fósforo em cinco fosfatos, determinada em suínos em crescimento através da técnica de diluição isotópica**. 1998. 103p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

GOMES, P. C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746 (Supl 1), 2004.

GROOTE, G., LIPPENS, M. Phosphorus bioavailability for poultry. **In: Bioavailability of major and trace elements.** EMFEMA, Brussels, Belgium. p. 43-48, 2002.

KIM, E. J.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; UTTERBACK, P. L.; PARSONS, C. M. Phosphorus Bioavailability, True Metabolizable Energy, and Amino Acid Digestibilities of High Protein Corn Distillers Dried Grains and Dehydrated Corn Germ. **Poultry Science** 87:700-705, 2008.

KORNEGAY, E. T. Digestion of phosphorus and other nutrients: The role of phytases and factors influencing their activity. **In: Enzymes in Farm Animal Nutrition.** ed. CABI Publishing, Wallingford, UK. p. 239, 2001.

LAURENTZ, A. C. et al. Desempenho, Composição da Cama, das Tíbias, do Fígado e das Excretas de Frangos de Corte Alimentados com Rações Contendo Fitase e Baixos Níveis de Fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.38. n.10. p.1938-194, 2009.

LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. **Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta.** FEDNA – Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Universidad Politécnica de Madrid, 2008.

LELIS, Guilherme R. et al. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia,** v.39, n.8, p.1768-1773, 2010.

LESCOAT, P.; TRAVEL, A.; NYS, Y. Lois de re'ponses des volailles de chair a`l'apport de phosphore. **INRA. Prod. Anim.** 18:193–201, 2005.

LOAR II, R. E.; CORZO, A. Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. **Poultry Science.** 89: 2242–2250, 2010.

LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B.; DALE, N. M. Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers. **Poultry Science.** Department of Poultry Sciences, University of Georgia, Athens, Georgia, 2004.

LUMPKINS, B. S. and BATAL, A. B. The Bioavailability of Lysine and Phosphorus in Distillers Dried Grains with Solubles. **Poultry Science** 84: 581-586, 2005.

LUMPKINS, B.; BATAL, A.; DALE, N. Use of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Laying Hen Diets. **Poultry Science Department,** 208 Poultry Science Building, University of Georgia, Athens, Georgia, 2005.

MAENZ, D. D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. **In: Enzymes in Farm Animal Nutrition**. Ed. CABI Publishing, Wallingford, UK. p. 72-76, 2001.

MAFIOLETTI, Robson; MARTINS, Gilson; TURRA, Flávio. Produção de etanol nos Estados Unidos da América. **Revista Política Agrícola**. Ano XX – Nº 3– Jul./Ago./Set. 2011.

MAIA, Ana P. A. **Níveis de fósforo disponível em rações para frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade mantidos em diferentes ambientes térmicos**. 2009. 84f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2009.

MARTINEZ-AMEZCUA, C.; Parsons, C.M.; Noll, S. L. Content and relative bioavailability of phosphorus in distillers dried grains with solubles in chicks. **Poultry Science** 83:971-976, 2004.

MARTINEZ-AMEZCUA, C.; Parsons C. M.; Noll, S. L. Effect of Microbial Phytase and Citric Acid on Phosphorus Bioavailability, Apparent Metabolizable Energy, and Amino Acid Digestibility in Distillers Dried Grains with Solubles in Chicks. **Poultry Science**. 85:470–475, 2006.

MARTINEZ-AMEZCUA, C., PARSONS, C. M., SINGH, V., SRINIVASAN, R.; MURTHY, G. S. Nutritional Characteristics of Corn Distillers Dried Grains with Solubles as Affected by the Amounts of Grains versus Solubles and Different Processing Techniques. **Poultry Science** 86: 2624-2630, 2007.

MARTINS, Bianca A. B. **Determinação da biodisponibilidade relativa de fósforo para frangos de corte em farelo de trigo, soja integral tostada e soja integral extrusada com e sem adição de fitase microbiana à dieta**. 2003. 148p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

MCDOWELL, R. L. **Minerals in animal and human nutrition**. 1.ed. SanDiego: Academic Press, 524p, 1992.

MENEGHETTI, C. et al. Exigências de fósforo disponível para aves com o uso do fosfato monoamônio. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v.13, n.2, p. 221-227, abr./jun. 2012.

MOTTA, Valter T. **Metabolismo Mineral e Ósseo**. In: *Bioquímica Clínica: Princípios e Interpretações*, V. 11, 1º ed. pag 143-165, 2002.

NELSON, T. S., FCRRARA, L. W. and STORER, N. L. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. **Poultry Science** 47: 1372, 1968.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1994.

NUNES, R.V. et al. Fatores anti-nutricionais dos ingredientes destinados a alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p.235-272, 2001.

OLIVEIRA, A. F. G. **Estudo do padrão de crescimento ósseo em frangos de corte de diferentes grupos genéticos criados em duas densidades populacionais**. 2006. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

PARSONS, C. M. et al. Nutritional value of conventional and modified DDGS for poultry. **In: Multi-State Poultry Nutrition and Feeding Conference**. Department of Animal Sciences University of Illinois, 2006.

PARMER, T. G.; CAREW, L. B.; LASTER, F. A. Thyroid Function, Growth Hormone, and Organ Growth in Broilers Deficient in Phosphorus. **Poultry Science**. v.66. p.1995-2004, 1987.

PIZZOLANTE, C. C. **Estabilidade de fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 2000. 117p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

QUEIROZ, L. S. B. **Biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

REBOLLAR, P. G.; MATEOS, G. G. El fósforo em la nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. **In: XV curso de Especialización FEDNA: Avances em Nutrición y Alimentación Animal**. Madrid, España. p.20-63, 1999.

ROSTAGNO, Horacio Santiago. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 252p. 2011.

ROSTAGNO, Horacio Santiago. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

RUNHO, Richard C. et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 1 a 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(1):187-196, 2001.

SÁ, L. M. et al. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.397-406, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição demonogástricos**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 283 p. 2007.

SALIM, H. M., KRUK, Z. A. & LEE, B. D. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. **Poultry Science Journal**, Vol. 66, 2010.

SANDS, J. S. et al. Phosphorus bioavailability, growth performance and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2134-2142, 2003.

SARAIVA, A. **Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 15 aos 60 kg**. 2007. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SARAIVA, A. **Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 15 aos 60 kg**. 2006. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **J. Bone Miner. Res.**, v.4, p.265-270, 1993

SILVA, Dirceu J.; QUIEROZ, Augusto C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002.

SCHILLING, M. W.; CORZO, A. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. **Poultry Science**, 89: 752–760, 2010.

SCHWARZ, G. Phytase supplementation and waste management. **In: Proceedings BASF Symposium Arkansas Nutrition Conference. BASF Corp.**, Mount Olive, p. 21–44, 1994.

SHIM, M. Y.; PAYNE, R. L. Evaluation of corn distillers dried grains with solubles as an alternative ingredient for broilers. **Poultry Science**, 90: 369–376, 2011.

SHURSON, J. **Subject: The value and use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in livestock and poultry rations**. 2003. Disponível <http://www.ddgs.umn.edu/>. Acesso do em julho de 2013.

SPIEHS, M. J.; WHITNEY M. H.; Shurson, G. C. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80:2639, 2002..

SINGH, P. K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chickennutrition: A review. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.553-580, 2008.

SOUZA, Luiz W. O. et al. Phosphorus availability of rock phosphates as compared with feed-grade phosphates for swine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.90-98, 2009.

TEIXEIRA, Elisanie N. M. et al. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 390-397, abr-jun, 2013.

UBABEF. **Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura**. 2013. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/publicacoes?m=75&date=2013-06>. Acesso em setembro de 2013.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3<sup>rd</sup> edition. NY: CABI Publishing, 598 p. 1999.

U. S. GRANIS CONUCIL. **A guide to distiller's dried grains with solubles(ddgs)**. 3<sup>o</sup> edition. 2011. Disponível em [http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans\\_asset\\_417244.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans_asset_417244.pdf). Acesso em 27 de setembro de 2013.

VATS, Purva; BANERJEE, Uttam C. Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview. **Enzymeand Microbial Technology**. pag. 3–14. doi:10.1016/j.enzmictec. 2004.

VEUM, T. L. **Phosphorus and calcium nutrition and metabolism**. Pages 94-111 in Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals. (D. M. S. S. Vitti and E. Kebreab). 1<sup>o</sup>ed.. CABI Pub, UK, 2010.

VIVEROS, A., et al. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science** 81:1172-1183, 2002.

WANG, Z. et al. Utilization of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Broiler Diets Using a Standardized Nutrient Matrix. **International Journal of Poultry Science**, 6 (7): 470-477, 2007.

YOUSSEF, Ibrahim M. I. Evaluation of dried distillers' grains with solubles (DDGS) as a protein source for broilers. **Archives of Animal Nutrition**. Vol. 62, No. 5, October, p. 404–414, 2008.