

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA MISTURA DE RAÇÃO EM MISTURADOR HORIZONTAL CONSIDERANDO A HOMOGENEIDADE DOS INGREDIENTES

Mauri Martins Teixeira¹, Rafael Rizzo², Edenio Detmann³, Raphael Magalhães Gomes Moreira⁴, Robson Shigueaki Sasaki⁵

¹mauri@ufv.br Professor do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). End: Av. Peter Henry Rolfs, s/n, cep.36570000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

A homogeneidade da ração apresenta importância significativa nos sistemas da produção animal, pois proporciona a todos os animais o consumo das mesmas proporções dos nutrientes que constituem a ração, atendendo assim às suas exigências nutricionais. O grau de mistura da ração pode ser resultado do mecanismo de giro, da posição de trabalho e do tempo de mistura. A pouca homogeneidade da ração pode acarretar deficiências de ganhos de peso ou produtividade dos animais. Com o objetivo de avaliar a homogeneidade em função do tempo de mistura, foram realizados ensaios na Fábrica de Ração da Universidade Federal de Viçosa. Durante os ensaios foram coletadas amostras de ração em um misturador de ração horizontal, considerando cinco tempos de mistura 8, 10, 12, 15 e 20 minutos, em três níveis (superior, médio e inferior), com três repetições. Após as misturas, foram realizadas as análises de proteína, cálcio (Ca) e fósforo (P) das amostras. Os dados foram analisados por meio de arranjos fatoriais, utilizando-se o programa SAEG, versão 9.0. De posse dos resultados foi possível observar que não houve efeito ($P > 0,05$) da interação nível vs tempo para a proteína, por outro lado o cálcio e o fósforo apresentaram efeito ($P > 0,05$) da interação nível vs tempo. Os resultados mostraram que os tempos de mistura de 10, 12 e 15 minutos, possibilitam a homogeneidade para estes nutrientes. Visando a economia de energia, é possível recomendar o tempo de 10 minutos para a mistura desta ração.

PALAVRAS CHAVES: Mecanização. Fabrica de alimento animal. Tempo ótimo de mistura.

EVALUATION OF THE QUALITY OF FEED MIXTURE IN HORIZONTAL MIXER CONSIDERING THE INGREDIENTS HOMOGENEITY

ABSTRACT

The feed homogeneity has significant importance in animal production systems, since it provides to all the animals the consumption of nutrients at the same proportions that constitute the feed, thus meeting their nutritional requirements. The quality of feed mixture may be result of the mixer device, working position and mixing time. The little feed homogeneity may cause deficiencies in weight gains or in animal productivity. In order to evaluate the homogeneity as a function of mixing time, tests

were conducted at the Feed Factory of the Federal University of Viçosa. During the tests, samples of feed were collected in a horizontal mixer considering 5 mixing times, 8, 10, 12, 15 and 20 minutes, in three levels (upper, middle and bottom), with three replications. After mixing, analysis of protein, calcium (Ca) and phosphorous (P) of the samples were performed. Data were analyzed by use of factorial arrangements, using the software SAEG, version 9.0. With the results it was possible to observe that there was no effect ($P>0.05$) of the interaction level versus time for protein, but on the other hand, there was effect ($P>0.05$) of the interaction level versus time for calcium and phosphorus. The results showed that the mixing times of 10, 12 and 15 minutes allow the homogeneity for these nutrients. In order to save energy, the mixing time of 10 minutes can be recommended to mix this diet.

KEYWORDS: Mechanization, animal feed factory, optimum time for mixing.

INTRODUÇÃO

O SINDIRAÇÕES, em 2009, registrou crescimento do setor de produção de rações, no Brasil, de aproximadamente 4%, produzindo mais de 58,4 milhões de toneladas de janeiro a novembro de 2010 (SCORVO FILHO et al., 2010).

A importância do balanceamento, da formulação correta e da homogeneidade das rações, é verificada uma vez que o item alimentação representa 70 a 80 % dos custos de produção animal, determinando a competitividade ou sobrevivência da agroindústria (CORDEIRO et al., 2003; CABRAL, 2006; CARVALHO et al., 2008).

Para reduzir problemas no desmame antecipado de leitões é necessário a adequada combinação dos ingredientes na formulação de uma ração (CASTRO et al., 2009). Segundo GONZÁLEZ ; TORES (2006) e LOUSADA JUNIOR et al. (2006), a baixa produtividade dos rebanhos é resultado, entre outros fatores, da carência nutricional. Sendo o custo de alimentação de rebanhos leiteiros entre 50 e 65% (ALMEIDA et al., 2006). A aquicultura sustentável visa aumentar o desempenho dos animais com o correto balanceamento das rações possibilitando obter alimentos de melhor qualidade (BOSCOLO et al., 2010). Falhas de mistura causadas por equipamentos são tão marcantes que podem afetar a imagem de uma empresa ou de países, por esse motivo a ABEF visa orientar empresas, quanto às exigências dos mercados externos e internos (DARPOSSOLO, 2010).

Nada adianta utilizar de modelos de programação linear de mínimo custo para resolver problemas nas formulações de rações animais (BERMÚDEZ; REY, 2010) se os misturadores não forem capazes de realizar uma homogeneização com o objetivo de garantir que todos os animais consumam as mesmas proporções dos alimentos que constituem a ração atendendo, então, as suas exigências nutricionais.

O tempo ótimo de mistura para cada tipo misturador e os tipos de misturadores são fatores de extrema importância para a obtenção de uma mistura bem homogeneizada (DALE, 1998; GODOI; DETTMAMM, 2007). Para garantir a qualidade da mistura é importante dar atenção ao tempo ótimo de mistura para cada tipo de misturador durante o processo de produção da ração. Para os misturadores verticais esse tempo estaria entre 12 e 15 minutos e para misturadores horizontais de 4 a 5 minutos de mistura, após completar a carga (GOODBAND et al., 1991).

A não homogeneidade da ração causa perdas econômicas por queda de desempenho dos animais e acidentes por sub ou super-dosagem dos micro-ingredientes e aditivos constantes na formulação (COUTINHO, 2006). Análises de sódio, proteína bruta, cálcio etc, tornaram-se rotina para tentar diagnosticar se as misturas das rações e premixes estão de acordo com o que foi formulado pelo nutricionista.

Entre os diversos tipos de misturadores, os mais utilizados na indústria de ração animal ou de premix vitamínicos são os horizontais de duplo helicóide (PESSOA, 2003). Para verificar o coeficiente de variação (CV) da mistura LIMA et al., (1997) sugerem coletar varias amostras em varias partes do misturador após o tempo de mistura ideal, realizando a análise destas amostras e com os resultados calcular o CV que deve ser inferior a 10% para uma mistura adequada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia e na Área de mecanização do Departamento de Engenharia Agrícola, no campus da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Para os ensaios foi utilizado um misturador de Duplo Helicóide (Figura 1) com capacidade de 1000 Kg. Este é adotado nas unidades de maior porte e grandes indústrias. Seu sistema de duplo helicóide carrega o produto de um lado para o outro da câmara de mistura em um movimento que obriga a mistura total e hegemônica do produto.

Neste tipo de misturador, não é aconselhável cargas abaixo de 50% da capacidade para evitar a falta de uniformidade da mistura. Outra característica presente neste equipamento é a descarga rápida e a inexistência de resíduos, evitando a contaminação entre produtos.

O tempo recomendado de mistura é de 3,75 minutos e permite, quando acoplado a câmara de descarga, um ciclo total de aproximadamente 4 minutos. A adição de líquidos como melaço e gordura podem chegar a níveis de até 5% e é feita com o auxílio de bicos aspersores.

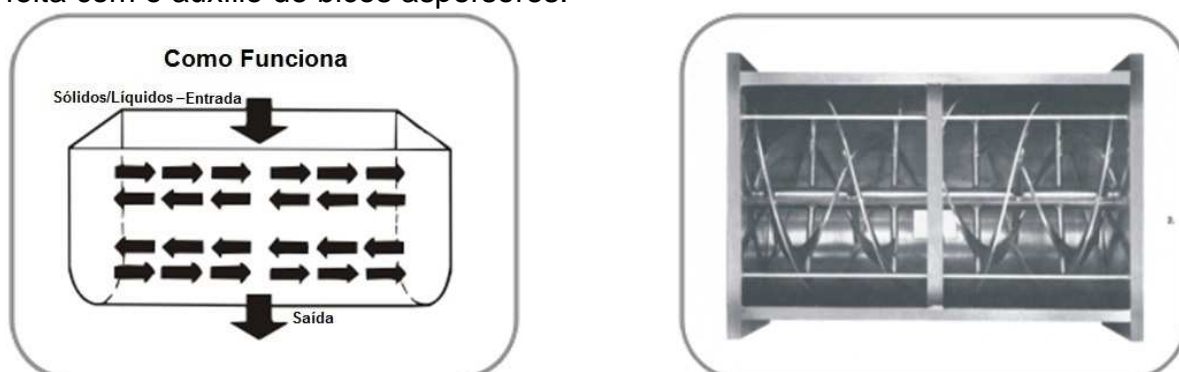


FIGURA 1. Esquema de funcionamento do misturador horizontal helicoidal (FONTE: UFV).

Para a coleta das amostras foi utilizado um calador composto septado. As amostras para avaliação da uniformidade da mistura das rações foram coletadas, em três níveis, superior, médio e inferior, sendo as faixas compreendidas entre 0,45 a 0,65 m, 0,25 e 0,45 m e 0 a 0,25 m do fundo do misturador, respectivamente.

A ração utilizada, durante os ensaios, foi elaborada para suínos em fase de terminação (Tabela 1).

TABELA 1. Composição da ração utilizada nos ensaios do misturador de ração

Ingredientes	Porcentagem
Fubá de milho	82,03
Farelo de soja	15,3
Fosfato bicálcico	1,0
Calcário calcítico	1,0
Sal comum	0,47
Complexo vitamínico	0,1
Micro minerais	0,1

Para a avaliação da homogeneidade da mistura, as amostras de ração foram coletadas em 5 tempos de mistura 8, 10, 12, 15 e 20 minutos, em três níveis, com três repetições. O tempo foi cronometrado a partir do alcance da carga máxima do misturador, o que despendia em torno de 8 minutos.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, e armazenadas a uma temperatura de 4 a 6 °C, por um período de uma semana e depois enviadas para o Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde foram realizadas as análises de proteína, cálcio (Ca) e fósforo (P).

Os dados foram analisados por meio de arranjos fatoriais do tipo 3 x 3 x 5, sendo três repetições, três níveis e cinco tempos de mistura, utilizando-se o programa SAEG versão 9.0 (UFV).

Para complementar as análises dos resultados também foi calculado o coeficiente de variação (CV), recomendado como parâmetro para avaliação da homogeneidade de rações. Atualmente o método mais indicado para a avaliação da homogeneidade de misturas de ração é o coeficiente de variação (CV) que é determinado pela equação 1.

$$CV = (S/m) \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

em que

CV = Coeficiente de variação, %;

S = Desvio padrão do ingrediente, g kg⁻¹;

m = Média do ingrediente, g kg⁻¹.

A meta a ser alcançada pelas indústrias é de CV igual à 10%, já que o encontrado é próximo aos 15%. Por outro lado CV entre 15 e 20% não resultam em problemas no desempenho dos animais (DALE, 1998; BELLAVIER; NONES, 2000).

Este trabalho objetivou-se avaliar os teores de proteína, cálcio e fósforo, considerando os diferentes tempos de mistura e nível de coleta das amostras. Para quantificar a melhor homogeneidade de um nutriente foi observado o momento em que o teor do mesmo não apresentava variação com o tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar os resultados da análise de variância para proteína bruta pode-se observar que não houve efeito ($P > 0,05$) dos tempos de mistura na homogeneidade quanto ao teor de proteína, (quadrado médio = 0.5746307). O mesmo ocorreu para a interação do nível de coleta das amostras versus tempo de mistura para a proteína, indicando que a interação tempo de mistura e altura no interior do misturador não afetou a homogeneidade do teor de proteína da ração (Tabela 1). Esses resultados podem ser explicados pelo alto valor de proteína presente na ração. Como é um ingrediente que sobressai na formulação a sua homogeneização é menos afetada pelas condições de trabalho e características do misturador.

Para os ingredientes cálcio ($P=0.0096$) e fósforo ($P=0.0028$) houve efeito da interação nível vs tempo na homogeneidade dos referidos ingredientes, apresentando quadrados médios de $0.6199937E-02$ e $0.2141618E-01$, respectivamente. Foram realizados testes de Tukey para o cálcio e o fósforo separadamente. Na Tabela 2 são apresentados os resultados do ensaio de homogeneidade do teor de cálcio na formulação da ração.

TABELA 2. Homogeneidade do teor de cálcio da ração, considerando os diferentes tempos de mistura.

Nível	Tempo de mistura (minutos)				
	8	10	12	15	20
1	0,695 aB	0,858 Aa	0,832 Aa	0,723 Aa	0,851 Aa
2	0,762 aB	0,862 Aa	0,814 Aa	0,835 Aa	0,886 Aa
3	0,973 Aa	0,775 Ab	0,736 Ab	0,744 Ab	0,827Aab

Valores com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey. Valores com mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey.

Ao analisar os resultados para o teor de cálcio observa-se o efeito do tempo em relação ao nível, utilizado para a coleta das amostras, somente para o tempo de mistura correspondente a 8 minutos, onde ocorreu diferença estatística. Como para todos os tempos acima de 10 minutos não houve diferença estatística, é possível afirmar que o tempo de mistura de 10 minutos é o suficiente para homogeneizar a ração, considerando os teores de cálcio. Como o aumento do tempo de mistura significa também o aumento de consumo de energia e tempo de operação pode-se afirmar que com este tempo tem-se uma boa qualidade de mistura para o cálcio e menor consumo de energia e tempo.

Ao considerar o efeito do nível de coleta das amostras, para cada tempo de mistura, foi possível observar que com o passar do tempo houve tendência do teor do cálcio diminuir até se estabilizar, resultando em máxima dispersão do nutriente. Entretanto verificou-se a tendência que após certo tempo poderia ocorrer falta de homogeneidade da ração. Este resultado assemelha-se com o chamado ponto crítico de “desmistura” (KLEIN, 2002).

Observou-se que nos níveis 1, 2 e 3 a média do teor de cálcio se manteve inalterado em todos os tempos, demonstrando que os tempos de 10, 12, 15 e 20 minutos, seriam suficientes para a homogeneização do nutriente na ração (Figura 2).

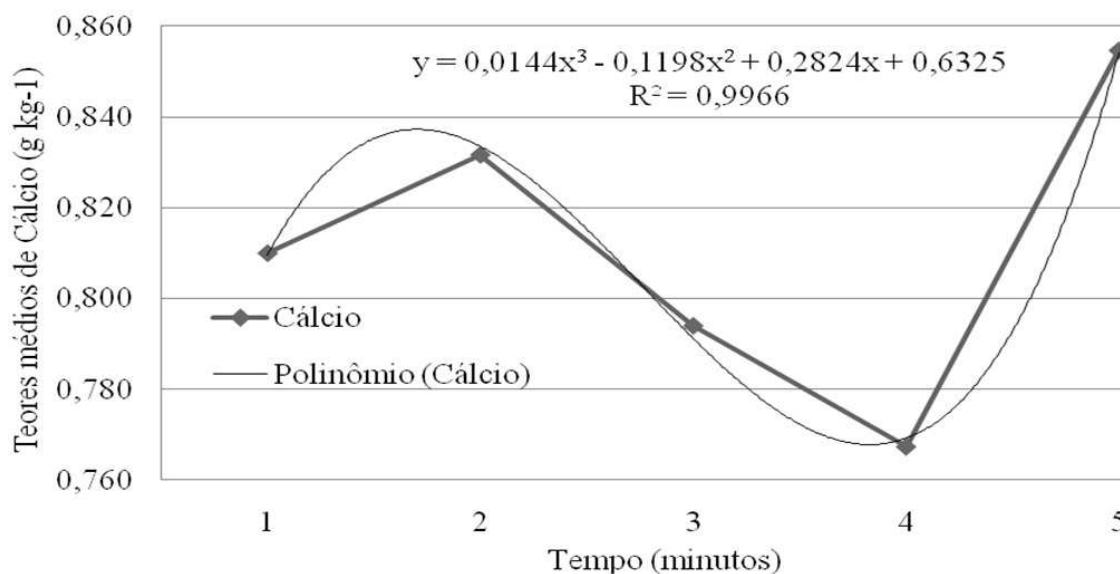


FIGURA 2. Homogeneidade do cálcio, proporcionada pelo misturador horizontal.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios de mistura para o ingrediente fósforo no conteúdo da ração.

O tempo de mistura superior a 8 minutos foi capaz de homogeneizar o teor de fósforo na ração. Por outro lado, ao considerar a homogeneidade quanto ao nível de fósforo dentro do misturador observou-se que nos tempos de 8 e 20 minutos de mistura as médias foram estatisticamente diferentes, o que reflete na falta de homogeneidade deste ingrediente. Estes dados demonstram que o fósforo é mais difícil de ser misturado a tal ponto de formar uma massa homogênea. Não há uma explicação razoável para isso, mas acredita-se que seja devido às propriedades físicas do produto.

TABELA 3. Teor de fósforo, considerando diferentes tempos de mistura, em g.kg⁻¹.

Nível	Tempo de mistura (minutos)				
	8	10	12	15	20
1	0,565 A _{ba}	0,611 A _a	0,562 A _{ab}	0,471 A _b	0,471 A _b
2	0,524 B _a	0,548 A _a	0,534 A _a	0,534 A _a	0,531 A _a
3	0,618 A _a	0,539 A _{ab}	0,499 A _{bc}	0,535 A _{ab}	0,436 B _c

Valores com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey. Valores com mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo Teste de Tukey.

Para os tempos de 10, 12 e 15 minutos as médias foram estatisticamente iguais dentro de cada nível, indicando assim boa homogeneização do nutriente na ração (Figura 3). Desta forma considerando a homogeneidade do teor de fósforo da ração deve-se misturar após a carga do misturador por pelo menos 10 minutos, pois a partir deste tempo a homogeneidade do teor de fósforo prevalece, mesmo para os diferentes níveis dentro do misturador podendo-se interromper a mistura aos 15 minutos.

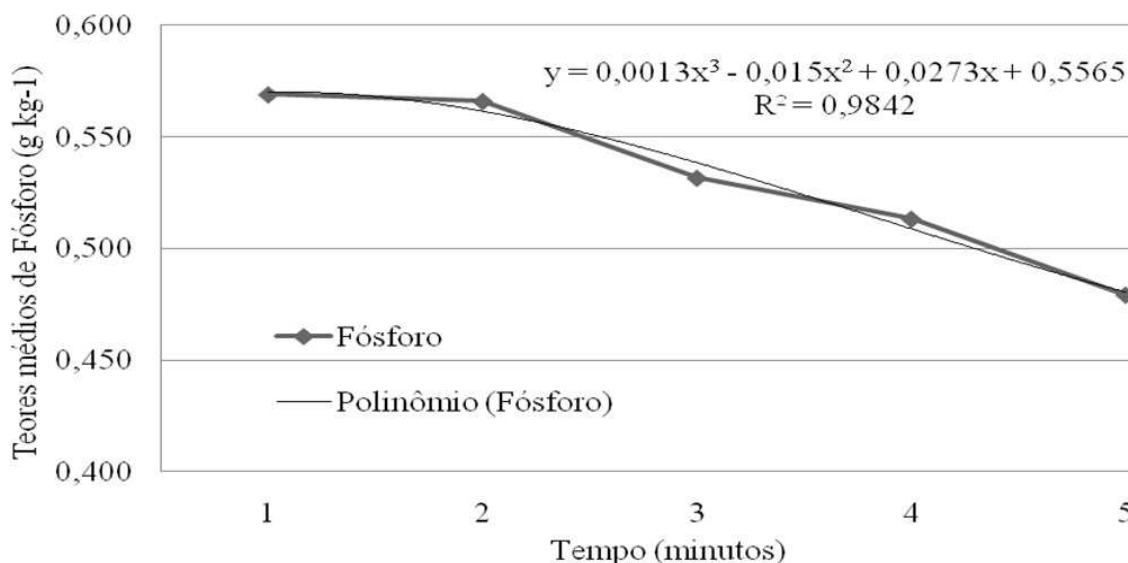


FIGURA 3. Homogeneidade do fósforo, proporcionada pelo misturador horizontal.

Na tabela 4 pode-se constatar que os valores do coeficiente de variação dos ingredientes permaneceram abaixo de 10% para os tempos de mistura, após a carga, compreendidos entre 10 e 15 minutos, com exceção para o teor de cálcio. De qualquer forma pode-se dizer, com base nestes resultados, que o tempo de 10 minutos é o suficiente para homogeneizar os diferentes nutrientes considerados, neste estudo.

TABELA 4. Coeficiente de variação (%) obtido para cada nutriente da ração, considerando o tempo de mistura.

Nutrientes	Tempo de mistura (minutos)				
	8	10	12	15	20
Proteína	9	6	10	7	5
Cálcio	20	9	11	12	8
Fósforo	8	8	8	6	16

Observa-se também, na Tabela 4, que o coeficiente de variação dos ingredientes proporcionou a avaliação da homogeneidade das rações. A partir desses valores pode-se observar que a adoção do tempo de 10 minutos para a mistura proporciona uma boa homogeneidade e a redução do tempo de operação e, conseqüentemente, do consumo de energia.

CONCLUSÕES

Tanto o teor de cálcio, como o teor de fósforo foram adequadamente homogeneizados, com o tempo de 10 minutos de mistura.

O coeficiente de variação proporcionou uma boa avaliação da homogeneidade da mistura.

O tempo ideal para a mistura de todos os ingredientes estudados da ração foi de 10 minutos a partir da carga dos nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos auxílio dos funcionários da Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia, dos funcionários da Área de Mecanização do Departamento de Engenharia Agrícola, do campus da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA et al. Aspectos gerais da aplicação de sistemas de informação na agropecuária. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, Edição 8, n. 2, 2006.

BELLAVER, C.; NONES, K. **Importância da Granulometria, da Mistura e da Peletização da ração avícola**. Palestra no IV Simpósio Goiano de Avicultura. Goiana, Goiás. P. 18. 2000.

BERMÚDEZ, B. E.; REY, D. M. M.; Modelo y sistema informático basado en optimización lineal para el cálculo de la fórmula de la ración en producciones industriales de alimento animal. **Innovación Tecnológica** v. 16 n. 01,p. 1-6, marzo 2010.

BOSCOLO, W. R et al. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 686-692, out-dez, 2010.

CABRAL, C. P. **Tecnologia mais limpa para produção de mel seco de cana e sua inclusão em rações de frango de corte**. 2006. 113p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

CARVALHO, F. de M.; FIUZA, M. A.; LOPES, M. A. Determinação de custos como ação de competitividade: estudo de um caso na avicultura de corte. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 3, p. 908-913, 2008.

CASTRO, V. S et al. Formulação de rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira Zootécnica**, vol.38, n.10, p.1914-1920, 2009.

CORDEIRO, M. D. et al. Utilização do açúcar de cana (*Saccharum officinarum*) como fonte de energia para frangos de corte no período de 1 a 21 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 903-908, 2003

COUTINHO, T. C., Mistura Correta. **Revista Suinocultura Industrial** - Número 132 – Abr/Mai. Gessulli Agribusiness. Porto Feliz. São Paulo. 2006.

DALE, N.; Evaluación de Mezcladoras. **Industria Avícola**, março. p.48-49. 1998.

DARPOSSOLO, F. D. P. et al. Avaliação do potencial imunestimulante da Carboximetil-glucana de *Saccharomyces cerevisiae* em frangos de corte (*Gallus*

domesticus). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 231-240, jan./mar. 2010.

GONZÁLEZ, R. B.; TORRES, M. T. R. **Maquinaria Para Alimentacion Del Ganado Ovino** ETS de Ingenieros Agrónomas. MG Mundo ganadero, 2006. Disponível em <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG%5CMG_2006_189_66_70.pdf> Acesso em: 7 de set. 2011.

GODOI, M. J. DE S.; DETTMAMM, E. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, nº, p.487-490 Nov/Dez 2007.

GOODBAND, R. D et al. **Selection of Equipment Critical On Farm Mixing**. Feedstuffs, march 4, 1991, p 16 – 18, 29 – 30 , 1991.

KLEIN, A. A. Pontos críticos no processo de fabricação de rações. In: Simpósio goiano de avicultura, 5., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, UFG, 2002. p. 57-78.

LIMA, G. J. M. M et al. **Determinação do tempo ótimo de mistura em misturadores verticais: Avaliação de métodos e equipamentos**. Anais da XXXIV reunião da SBZ, Juiz de Fora, MG, 28 de julho a 1º de agosto de 1997.

LOUSADA JÚNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006

PESSOA, M. F. **Avaliação nutricional de diferentes rações comerciais em coelhos em crescimento**. 2003. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SCORVO, FILHO et al. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 112-118, 2010.