



## CONSTRUÇÃO E REGENERAÇÃO MUSCULAR

O conhecimento dos padrões de energia utilizada em diferentes eventos de competição permite estratégias de treinamento específicas para adotar a máxima adaptação dos vários sistemas corporais.

O suprimento de energia aeróbia e anaeróbia coexiste em todos os eventos, porém a produção de energia anaeróbia predomina na maioria das atividades de competição equina. Entre os fatores que contribuem para a capacidade anaeróbia podemos destacar a concentração de glicogênio muscular, a capacidade tamponante do músculo, a taxa de glicogenólise, a concentração muscular de fosfato, a porcentagem de fibras musculares e a área dessas fibras.

O tecido muscular constitui a maior parte da massa corpórea do animal – cerca de 40% - e é classificado de acordo com suas características histológicas e fisiológicas em: estriado (esquelético ou voluntário), cardíaco e liso (involuntário) (BACILA, 2003).

O músculo estriado contém cerca de 75% de água, 20% de proteínas e 5% de outros sólidos (entre os quais os componentes minerais).

O glicogênio é o polissacarídeo de reserva do músculo estriado e a sua degradação, por glicogenólise, é estimulada pela adrenalina.

Do catabolismo do glicogênio e da glicose, pela via glicolítica, forma-se ácido láctico. Este ocorre, pois, no músculo em quantidades variáveis que são em geral, pequenas no músculo em repouso e grandes em diversas condições: trabalho muscular, treinamento, provas e até estado de pós-morte ("rigor mortis").

As proteínas do músculo estão distribuídas entre o estroma, o sarcoplasma e as miofibrilas.

Proteínas do estroma: formam 20% do total das proteínas do músculo e são em parte, constituídas de tecido conjuntivo e bainha de sarcolema.

Proteínas do sarcoplasma: conjunto de proteínas hidrossolúveis contendo muitas enzimas, entre as quais as da via glicolítica e as da via das pentoses-fosfato (exemplo: mioglobina).

Proteínas das miofibrilas: as fibras dos músculos esqueléticos são células multinucleadas e muito longas, formadas em grande parte do seu volume, pelas miofibrilas, seus elementos contráteis, que nelas se encontram arranjadas em feixes paralelos. Cada miofibrila é composta de muitos miofilamentos dispostos em paralelo, e tem duas espessuras: miosina (grossos) e actina (finos). A miosina e a actina formam a maior parte (70%) das proteínas musculares e são capazes de transformar energia química em mecânica (trabalho muscular) (BACILA, 2003).

As miofibrilas possuem dois tipos de fibras, a saber:

- **Fibras do tipo I, de contração lenta, altamente oxidativas.**
- **Fibras do tipo II, de contração rápida, apresentando os subtipos IIA, IIB e IIC; sendo as do tipo IIA altamente oxidativas, e dos tipos IIB e IIC com baixa propriedade oxidativa.**

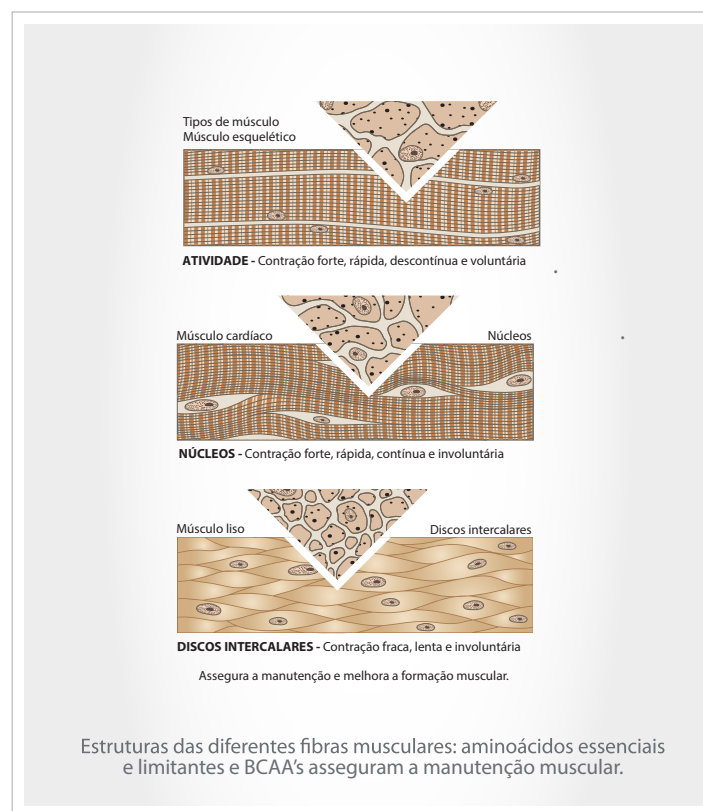
Cavalos de corridas em treinamento (velocistas) apresentam uma alta concentração de fibras do tipo IIA e menores do tipo IIB, quando os exames de seus fragmentos de biópsia são comparados aos de animais de corridas mantidos por longos períodos sem exercício (sedentários). Quanto às fibras do tipo I, estas não apresentam diferenças significativas no processo comparativo, demonstrando uma dependência estreita do desempenho na produção de energia aeróbica nos músculos locomotores. É uma constatação que cavalos de corridas com melhores

índices de desempenho possuem maiores proporções de fibras do tipo IIA, em relação às do tipo IIB, e menores áreas das fibras do tipo I, e um maior potencial oxidativo no tecido muscular (THOMASSIAN, 2004).

Por outro lado, cavalos que atuam em provas de resistência (enduro), portanto submetidos a trabalho aeróbico e com excelente desempenho atlético, possuem as mais altas porcentagens e áreas relativas de fibras dos tipos I e IIA, e menores porcentagens e áreas relativas de fibras do tipo IIB, do que aqueles com desempenho atlético moderado, ou quando comparado aos animais jovens em competição ou em início de treinamento (THOMASSIAN, 2004).

Com base nas características histoquímica e morfométrica da fibra muscular, é possível estabelecer-se quase que com precisão, um índice músculo-fisiológico para cada cavalo, demonstrando sua aptidão esportiva e possibilitando a instituição de modelos de treinamento que estimulem as modificações das características das células musculares, de forma a atenderem a demanda de contração e relaxamento, conforme seja o exercício aeróbico ou anaeróbico (THOMASSIAN, 2004).

Um fator importante na nutrição proteica dos equinos é a composição dos aminoácidos na proteína da dieta, principalmente os limitantes.



A maioria dos aminoácidos dietéticos é absorvida no intestino delgado, havendo também pequena absorção de aminoácidos de origem microbiana no intestino grosso. Entretanto, os aminoácidos sintetizados pelos microorganismos no ceco-cólon não são eficientemente utilizados pelos equinos. Assim, a proteína ingerida deve ser de alta qualidade e conter um nível mínimo de lisina, pois o equino não pode depender da síntese de aminoácido bacteriano do intestino grosso para atender suas exigências (CUNHA, 1991).

As perdas proteicas estão relacionadas ao processo digestivo, através da utilização ineficiente dos aminoácidos absorvidos para a síntese de proteína e pela utilização, dos aminoácidos absorvidos, como fonte energética ao invés de síntese proteica. A ineficiência na utilização dos aminoácidos dietéticos é definida como perda inevitável do catabolismo de aminoácidos (ALMEIDA, 1997).

Os papéis e a degradação de aminoácidos no organismo animal são diversos, variando desde um papel primário na síntese proteica para finalmente sofrer a degradação de catabolismo à energia e produtos nitrogenados da quebra.

Os tecidos envolvidos com aminoácidos e metabolismo de nitrogênio são: FÍGADO, RINS, INTESTINO e MÚSCULO ESQUELÉTICO.

## ■ AMINOÁCIDOS

No século XIX, acreditava-se que a contração muscular destruíra uma parte do conteúdo proteico dos músculos para proporcionar energia. Recomendava-se uma dieta rica em proteínas para preservar a estrutura muscular e suprir os gastos energéticos. Atualmente é sabido que o tecido muscular não aumenta simplesmente graças ao consumo de alimentos ricos em proteínas. Na verdade, a proteína extra ingerida pode ser convertida em componentes de outras moléculas (assim, proteína em excesso pode aumentar o percentual de gordura), bem como induzir efeitos colaterais, particularmente uma sobrecarga para as funções hepática e renal, em virtude da eliminação da uréia e de outros compostos (McARDLE et al., 2003).

A principal contribuição das proteínas da dieta consiste em fornecer aminoácidos para os vários processos realizados no organismo animal. O organismo animal necessita de alguns aminoácidos diferentes, sendo alguns “não-essenciais” (produzidos pelo próprio organismo) e os restantes “essenciais” (como não são sintetizados pelo organismo, têm de advir da alimentação). São aminoácidos essenciais: valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, metionina, treonina, lisina, triptofano e histidina (McARDLE et al., 2003). Os aminoácidos são elementos estruturais e podem ser consumidos como energia participando da conversão da energia do piruvato que ocorre no fígado. Com o esforço moderado, os aminoácidos como, por exemplo, os de cadeia ramificada atingem a mitocôndria, participando da síntese de glutamina, a qual segue para os tecidos para a formação de glutamato. Enfim, observa-se que o consumo de aminoácidos de cadeia ramificada visa à manutenção da funcionalidade do Ciclo de Krebs, e tanto a síntese de alanina quanto a de glutamina constituem a forma encontrada para remover da musculatura os grupos amínicos tóxicos resultantes da degradação celular (LANCHA JUNIOR, 2004). Os aminoácidos de cadeia ramificada podem substituir a glicose nas vias de energia (SIZER e WHITNEY, 2003). No fim da década de 70, os aminoácidos foram sugeridos como o terceiro combustível para a musculatura esquelética, principalmente em indivíduos caquéticos sendo utilizados já após os carboidratos e as gorduras (GLEESON, 2005).

Muitas funções são atribuídas aos aminoácidos, dentre elas, é possível destacar aumento da síntese de proteínas musculares e redução da sua degradação, encurtamento do tempo de recuperação, aumento da resistência muscular, diminuição da fadiga muscular, fonte de energia e preservação do glicogênio muscular. São encontrados aminoácidos em todas as fontes de proteína animal.

A Proteína Ideal é um conceito proposto por Mitchell (1964) para otimizar a utilização da proteína da dieta (relação entre retenção e consumo de proteína) e minimizar a excreção de nitrogênio. Estabeleceu-se que é uma mistura de aminoácidos ou proteínas com completa disponibilidade na digestão e no metabolismo e cuja composição deve ser idêntica às exigências do animal. Todos os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis

exigidos para o máximo ganho em proteína e manutenção, e a relação entre eles deve ser preservada. Os aminoácidos digestíveis, principalmente os aminoácidos essenciais, são limitantes na mesma proporção. Isso significa que nenhum aminoácido está em excesso em comparação com os outros. Como consequência, a retenção de proteína é máxima e a excreção de nitrogênio é mínima. Isso é possível através de uma adequada combinação de concentrados proteicos e aminoácidos sintéticos suplementados na dieta (LECLERCQ, 1998).

Como proposta, para uso na alimentação de monogástricos, todos os aminoácidos indispensáveis são expressos como relações ideais ou porcentagem em função de um aminoácido referência. De modo geral se estabelece a lisina como aminoácido de referência por ser um aminoácido limitante na maioria das dietas, estando diretamente ligado ao aumento da massa corporal e crescimento. Segundo HACKENHAAR e LEMME (2005), a lisina é usada como aminoácido de referência devido aos três argumentos a seguir:

- É usada quase que exclusivamente para deposição de proteína corporal e, portanto, as exigências sofrem pouca influência de outras funções metabólicas (exigência de manutenção)
- Não há interações metabólicas entre a lisina e os outros aminoácidos;
- Da perspectiva analítica, é mais fácil analisar Lisina do que a Metionina e, especialmente, Cistina.

A redução de nitrogênio consumido e consequente redução de nitrogênio excretado, não só melhora o aproveitamento de aminoácidos, em geral, como da energia. A menor excreção de nitrogênio também resulta em uma menor produção de calor para catabolizar aminoácidos, pois eles estarão na dieta em menor quantidade e de forma balanceada (PENZ, 2002).

## ■ BCAA's

Os aminoácidos de cadeia ramificada, conhecidos como BCAA's (de branched chain amino acids) compreendem tres aminoácidos essenciais: leucina, isoleucina e valina. Esses aminoácidos atuam como importante fonte energética para o músculo esquelético, durante períodos de estresse metabólico. Nessas situações, os BCAA's podem promover a síntese proteica, evitar o catabolismo proteico e servir como substrato para a gliconeogênese (ALVES, 2005).

Durante a atividade física, a suplementação de BCAA's pode resultar no aumento da síntese proteica muscular, diminuição do catabolismo proteico durante e após o exercício e melhora da performance física (ALVES, 2005).

Estudos com suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada demonstram que essa estratégia nutricional pode ser efetiva na promoção do anabolismo proteico muscular e diminuição da lesão muscular pós-exercício. No processo de síntese proteica muscular, destaca-se, entre os aminoácidos de cadeia ramificada, a leucina, que induz a estimulação da fosforilação de proteínas envolvidas no processo de iniciação da tradução do RNA mensageiro, o que desse modo, contribui para a estimulação da síntese proteica (ROGERO & TIRAPEGUI, 2007).

## ■ LEVEDURAS COMO PROBIÓTICOS

As leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* são fungos unicelulares, apresentam-se na forma de células alongadas ou ovaladas, abundantemente encontradas na natureza em frutas cítricas, cereais e vegetais. Tem valor econômico, pois algumas cepas são utilizadas em muitos processos industriais na elaboração de produtos fermentados. As leveduras sofreram modificações genéticas e seleções ao longo do tempo a fim de se adaptarem a processos específicos, com maior grau de viabilidade técnica e econômica (BROCK, 1994).

São referidas tres diferentes ações das leveduras: a primeira, exercida por metabólitos celulares, tais como proteínas, vitaminas e minerais encontrados nas células associadas ao meio onde ocorreu o crescimento sendo representada pelas leveduras utilizadas pela indústria da alimentação; a segunda, constituída por produtos de excreção produzidas pelas leveduras em crescimento e representada por fermentados alcoolicos como a cerveja, vinho e gases; e a terceira, representada pela interação enzima substrato e se verifica na utilização



do soro de leite pela *Kluyveromyces fragilis* (LYONS, 1986).

As leveduras não são habitantes normais do aparelho digestório; recentemente algumas cepas passaram a ser incorporadas na alimentação animal como fonte direta de proteína, geralmente a partir de resíduos de fermentados industriais ou então como probiótico a partir da ingestão direta de células viáveis que estimulam a microbiota intestinal. A sua capacidade de atuar como probiótico dependerá do uso contínuo e do fornecimento de quantidade suficiente de células vivas (CUARÓN, 2000).

Segundo BLONDEAU (2001), as leveduras mortas contém em suas paredes importantes quantidades de polissacarídeos e proteínas capazes de atuar positivamente no sistema imunológico e na absorção de nutrientes. A parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* possui 80% a 85% de polissacarídeos, principalmente glucanos e mananos (STRATFORD, 1994).

Fatores como uma nítida melhora na eubiose, rápido povoamento do trato digestório, eliminação de bactérias patogênicas como *Salmonellas* e coliformes, eliminação de toxinas bacterianas, baixo custo de produção e fácil administração fazem das leveduras um probiótico eletivo na alimentação animal.

## PREBIÓTICOS

Algumas espécies de microorganismos podem utilizar certos açúcares complexos como nutrientes, dessa forma os *Lactobacillus* e *Bifidobactérias* tem o crescimento favorecido por frutoligosacarídeos (FOS) produzidos a partir da sacarose e não digerido pelas enzimas intestinais.

Microorganismos gram negativos como *Salmonella* e *Escherichia coli* são incapazes de fermentar os frutoligosacarídeos (FOS) e mananoligosacarídeos (MOS), tendo o seu crescimento diminuído quando em presença destes produtos que podem ser utilizados como depressores do crescimento da microbiota indesejável (WAGNER e THOMAS 1978).

A colonização do epitélio intestinal por microorganismos patogênicos ocorre quando estes proliferam em número suficiente para produzir um quadro clínico de doença. Especificamente importante é o caso das salmoneloses determinado pela *Salmonella spp.*, que durante o processo de proliferação microbiana ataca as células epiteliais ligando-se a estes através de uma fímbria em sítios de ligação específicos ricos em resíduos de manose (MILES, 1993). Esta semelhança entre os sítios de ligação dos enterócitos com os mananoligosacarídeos (MOS) adicionados à dieta diminui a fixação de patógenos à mucosa, facilitando a sua expulsão juntamente com o quimo alimentar através do tubo digestivo por mecanismos fisiológicos normais.

As condições favoráveis à instalação dos microorganismos desejáveis e a sua proliferação facilitada por oligossacarídeos insolúveis e de ação seletiva foram demonstradas em estudos de GIBSON e ROBERFROID (1995), que constataram melhora de desempenho zootécnico quando do uso de certos carboidratos e proteínas na forma de cadeias e estruturas ramificadas insolúveis como os mananoligosacarídeos, que afetavam a microbiota intestinal. A utilização de carboidratos não digestíveis como parede celular de plantas e leveduras, classificados como complexos de glicomanoproteínas e em particular os mananoligosacarídeos (MOS), são capazes de se ligarem à fímbria das bactérias e inibir a colonização do trato gastrintestinal por microorganismos patógenos (MARTIN, 1994).

Os oligossacarídeos prebióticos são de modo geral obtidos a partir da parede celular de alguns vegetais como a chicória, cebola, alho, alcachofra, aspargo, entre outros. Podem também ser obtidos através de ação de enzimas microbianas como as glicosiltransferases (transglicosilases) em processos fermentativos, utilizando-se produtos agrícolas como a sacarose e o amido como substratos, para a síntese de oligossacarídeos prebióticos. Estes compostos não podem ser hidrolizados pelas enzimas digestivas.

## SIMBIÓTICOS

A combinação de probiótico e prebiótico é denominada de simbiótico e constitui um novo conceito na utilização de aditivos em dietas. A ação simbiótica estabiliza o meio intestinal e aumenta o número de bactérias benéficas produtoras de ácido láctico, favorecendo a situação de eubiose (FULLER, 1989). À medida que as leveduras probióticas e mananoligosacarídeos (MOS) são administradas, a condição de eubiose e saúde intestinal se tornam permanente impossibilitando o estabelecimento de patógenos como *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Salmonella* (FERKET et al., 2002).

A microbiota é favorecida pela ação dos prebióticos que tem a capacidade de se ligarem à fímbria de bactérias patogênicas, conduzindo-as junto com o bolo fecal. A essa ação soma-se a dos probióticos, ocorrendo uma melhor nutrição das células (enterócitos) que recobrem todo o trato digestivo, reduzindo a produção de amônia e aminas biogênicas e proporcionando equilíbrio e saúde intestinal (NEWMAN, 1994; MARTIN, 1994; SILVA, 2000).

Os probióticos juntamente com os prebióticos tem a capacidade de modulação de respostas imunes sistêmicas, aumentando o número e atividade de células fagocitárias do hospedeiro. Essa ação assume grande importância no trato intestinal que é o órgão de maior responsabilidade no desenvolvimento de imunidade geral nas espécies animais. Esses tecidos linfóides captam antígenos disponibilizados no trato digestório como os probióticos e MOS que agem estimulando as células B precursoras de IgA e células T colaboradoras das placas de Peyer para o desenvolvimento da imunidade geral e inespecífica. Através do estímulo imunológico da mucosa ocorre a produção de anticorpos tipo IgA que reduzem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal. O estímulo imune produz ativação de macrófagos, proliferação de células T e produção de Interferon, entre outros, determinando um aumento da imunidade das mucosas (SILVA, 2000).



## REFERÊNCIAS

**ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA, F.Q.; GONÇALVES, L.C., RESENDE, A.S.C.** Valor nutritivo de forrageiras para eqüinos. In: Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia, 36, Porto Alegre, 1999. Anais... SBZ, p. 743-752, 1999.

**BACILA, M.** Bioquímica veterinária. Robe Editorial. 2a Edição, 583, 2003.

**BALLOU, C. E.** A study of the immunochemistry of three yeast mannans. J. Biol. Chem. Illinois, n. 245, p. 1197-1203, 1977.

**BROCK, T. D.;** Biology of microorganisms. Library of Congress Catalogue publication. 7th. ed. New Jersey. p. 360-380, 1994.

**CAMARA E SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C. and SOTO-BLANCO, B.** Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em eqüinos de diferentes categorias de atividade. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. 2007, v. 59, n. 1, pp. 250-252. ISSN 0102-0935.

**CUARÓN, J. A. I.** La influencia de la levadura en la dieta, respuesta microbiológica .antagonista. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Anais... Campinas: CBNA. 2000, p.71-79.

**CUNHA, T.J.** Horse feeding and nutrition. 2a Ed. Academic Press, Inc. San Diego, California, 1991, 445p.

**FERKET, P. R. ; PARKS, C. W. ; GRIMES, J. L.** Mannanligosacharides versus antibiotics for turkeys. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. Proceedings of 18TH Annual Symposium. 2002. Nottingham University Press. London .2002. p. 155-166.

**FULLER, R.** Probiotics in man and animals. J. Appl. Bact., New York, n. 66, p. 365-378, 1989.

**GALZERANO, L.; BRETAS, A.A.; MORGADO, E.; ALMEIDA, F.Q.** Balanço hídrico e balanço de nitrogênio em eqüinos alimentados com diferentes dietas. Vol. VII, Nº 10, Outubro/2006. Disponível em [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html)

**GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of probiotics. J. Nutr., Philadelphia, n. 125, p. 1401-1412, 1995.

**GLEESON, M.** Interrelationship between physical activity and branched-chain amino acids. J Nutr, 135: 1591-1595, 2005.

**HACKENHAAR, I. LEMME, A.** Como reduzir o nível de proteína em dietas de frangos de corte, garantindo performance e reduzindo custos. Seminários Técnicos de Avicultura - VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura – Avesui Centro-Oeste. Goiânia – GO, 2005.

**LANCHA Jr, AH.** Nutrição e metabolismo aplicados à atividade motora. São Paulo: Atheneu; 2004.

**LCLERCQ, B.** El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. INRA – França. 1998.

**LYONS, P.** Yeast: out of the black box. Feed Management. Illinois, v.37, n.10, p. 8-14, 1986 **MARTIN, S. C.** Potential for manipulating the gastrointestinal microflora : A review of recent progress. In : BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY Proceedings of 10Th Annual Symposium. 1994. Nottingham University Press. London. 1994, p. 155-166.

**McARDLE, WD; KATCH, FI; KATCH, VL.** Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.

**MILES, R. D.** Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract : Natural ways to prevent colonization by pathogens. In : BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY Proceedings of 9th Annual Symposium, 1993. Nottingham University Press. London 1993. p. 133-150.

**NEWMAN, K.** Mannanligosacharides : Natural polymers whith significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. In : BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. Proceedings of 10TH Annual Symposium, 1994. Nottingham University Press. London , 1994, p. 155-166.

**PENZ Jr, A.M.** Efeito da nutrição na preservação do meio ambiente. In: I Congresso Latino Americano de Suinocultura – Foz do Iguaçu, Anais... p.95-109, 2003.

**OYOFO, B. A; DELOACH, J. R.; CORRIER, J. O; NORMAN, L.; ZIPRIN, R; .MOLENHAUER, H. H.** Prevention of Salmonella thiphimurium colonization of broilers with D-mannose. Poultry Sci., Champaign, n.68, p.1357 -1360, 1989.

**ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J.O.** Aminoácidos de Cadeia Ramificada, Balanço Protéico Muscular e Exercício Físico. Nutrição em Pauta, v.83, p.28-34, 2007.

**SIZER, FS; WHITNEY, EN.** Nutrição: conceitos e controvérsias. São Paulo: Manole; 2003.

**SILVA, E. N.** Probióticos e Prebióticos na Alimentação de Aves. In: CONFERENCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS. Campinas: Anais....Campinas. FACTA,2000. p 242-251.

**STRATFORD, M.** Another brick in the wall. Recent developments concerning the yeast cell envelope. Yeast, London, n.10, p. 1741-1752, 1994.

**THOMASSIAN, A.** MEDICINA ESPORTIVA EQÜINA DA INSPEÇÃO AO COMPUTADOR: PARTE 1. Avaliação do Desempenho Atlético: da Inspeção ao Computador. FMVZ, UNESP, Botucatu, 2004.

**Organnact**  
Saúde Animal

[www.organnact.com.br](http://www.organnact.com.br) | [falecom@organnact.com.br](mailto:falecom@organnact.com.br) | SAC 41 2169 0400