

Avicultura

INDUSTRIAL.COM.BR

Nº 08|2016 | ANO 107 | Edição 1258 | R\$ 26,00

ISSN 1516-3105

Gessulli
AGRICULTURE
REFERÊNCIA E INovaÇÃO



Os caminhos percorridos pela empresa avícola nascida em 1916 nos Estados Unidos, responsável por transformar completamente o desenvolvimento genético em aves.

ENTREVISTA

Denize Righetto Ziegler, do ITT Nutrifor, discute os desafios em inovação e aponta as tendências na indústria de alimentos.



MIOPATIAS PEITORAIS EM FRANGOS DE CORTE: UM PROBLEMA PROGRESSIVO NA AVICULTURA

Devido às grandes perdas acarretadas, a indústria precisa investir em diferentes alternativas para solucionar estes problemas. Diversas abordagens têm sido realizadas na tentativa de encontrar uma forma de reduzir a incidência de miopatias em frangos de corte através de manejo, nutrição e mudanças nas estratégias de crescimento das aves.

Por | Jane de Oliveira Peixoto¹, Adriana Mércia Guaratini Ibelli¹, Mônica Corrêa Ledur¹

Omelhoramento genético apresentou grande impacto na eficiência produtiva do frango de corte, proporcionando crescimento rápido, maior ganho de peso, melhor eficiência alimentar e maior rendimento de carcaça e de cortes. Para visualizar a grande evolução do frango de corte ocorrida pelo melhoramento ao longo dos anos, por exemplo, em 1957, um frango de corte pesava 905 g aos 56 dias de idade, enquanto em 2005, o frango pesava em média 4,200 g nesta mesma idade (Figura 01) (ZUIDHOF *et al.*, 2014).

A eficiência da produção da carne de frango impacta positivamente na sustentabilidade da produção. Um exemplo disso é o menor impacto no uso da água, cujo indicador é a pegada hídrica. Quando comparado a outros animais de produção, estima-se que o frango requer uma quantidade bem menor de água para produzir 1 kg de carne. Entretanto, associadas a este progresso obtido pelo melhoramento tradicional do frango de corte, surgiram algumas características correlacionadas indesejáveis como o aumento de problemas metabólicos, a exemplo da ascite, redução da qualidade da carne (PSE, acúmulo de gordura na carcaça e miopatias), redução

na resistência a doenças infecciosas e também problemas locomotores.

As miopatias peitorais estão entre os principais desafios atuais da indústria avícola de corte. A intensa seleção genética das linhagens para crescimento rápido, maior ganho de peso e melhor rendimento de carcaça tem provocado comportamentos fisiológicos anormais, que por consequência tem causado danos ao tecido muscular (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2002). Os músculos peitorais apresentam elevado valor agregado e, por isso, características associadas ao rendimento do peito foram intensamente selecionadas, favorecendo o desenvolvimento dessas lesões. Além disso, avanços consideráveis vêm sendo realizados nas dietas e manejo, também favorecendo o crescimento rápido da ave. A ocorrência de miopatias afeta a preferência do consumidor de carne *in natura*, já que a compra pelo consumidor de carne de peito de frango é fortemente influenciada pela aparência do produto. No caso da miopatia *White Striping*, a aceitação do produto é reduzida de acordo com o aumento do grau de estrias brancas, possivelmente, porque as listas são associadas a maior quantidade de



gordura. As miopatias também afetam negativamente a qualidade sensorial e tecnológica da carne, alterando o rendimento industrial. Além disso, de acordo com a gravidade, as miopatias podem gerar perdas por condenação das carcaças.

Devido às grandes perdas acarretadas, a indústria precisa investir em diferentes alternativas para solucionar estes problemas. Diversas abordagens têm sido realizadas na tentativa de encontrar uma forma de reduzir a incidência de miopatias em frangos de corte através de manejo, nutrição e mudanças nas estratégias de crescimento das aves. Contudo, por se tratar de uma condição ligada ao desenvolvimento da ave, a genética assume um papel importante no desenvolvimento de estratégias de controle e prevenção das miopatias em frangos.

PRINCIPAIS MIOPATIAS PEITORAIS

As miopatias mais importantes na avicultura de corte que afetam os músculos do peito são: miopatia peitoral profunda (MPP), *White Striping* (WS), *Wooden Breast* (WB) e a degeneração peitoral. Elas têm características semelhantes: estão presentes em aves com rápido crescimento, sem alteração externa, não são relacionadas com causa infecciosa e não apresentam relevância do ponto de vista da saúde pública, entre outros pontos. Essas lesões são internas, sendo observadas somente após o abate. Portanto, até o momento, não é possível fazer o diagnóstico de aves vivas afetadas no lote.

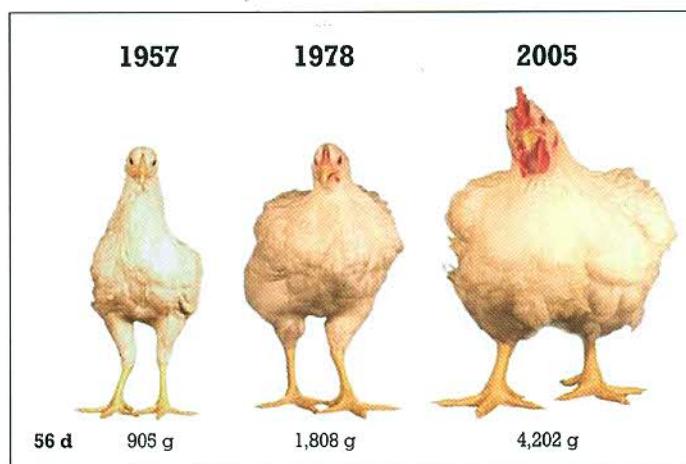
Miopatia Peitoral Profunda (MPP): é uma isquemia muscular que pode levar à degeneração, necrose e fibrose do músculo supracoracóideo, conhecido como filezinho (SOSNICK, 1993). Essa miopatia afeta aves



com maior massa muscular: frangos de corte, matrizes e perus (SILLER, 1985). O principal impacto desta miopatia ocorre em aves que são comercializadas inteiras. Essas lesões são internas e não são visíveis durante a inspeção ou classificação da carcaça, sendo observadas somente após a desossa. Dessa forma, o consumidor recebe um produto de baixa aceitação, com aspecto repugnante (carne verde) que afeta a preferência pela marca do produto. Uma vez diagnosticada essa miopatia, esses músculos são descartados, diminuindo o rendimento de carcaça. De acordo com o estudo realizado por Berto Filho e Olivo (2004), no qual foram avaliadas 7,6 milhões de carcaças de frangos de corte e 377 mil matrizes pesadas, a incidência observada da MPP foi de 0,1% em frangos de corte e de 7% em matrizes de descarte. A miopatia peitoral profunda pode ser desencadeada pelo repentino bater das asas, pois a contração dos músculos peitorais é responsável pelos movimentos para cima e para baixo das asas. Assim, algumas empresas recomendam que um fator importante para reduzir a incidência da MPP está no manejo do lote de frangos e na diminuição do movimento das asas. Porém, não é possível controlar totalmente os fatores que levam as aves a baterem as asas. Além disso, bater asas é considerado um movimento de conforto da espécie, isto é, um movimento que as aves fazem quando estas se encontram em condições de conforto e bem-estar (BARBOSA FILHO, 2007). Dessa forma, impedir que a ave bata suas asas não é uma medida de controle do problema. É evidente que essa miopatia é um problema fisiológico para a ave, devendo ser buscadas soluções permanentes para esta condição.

White Striping: a miopatia *White Striping* tem sido caracterizada visualmente como a ocorrência de vários graus de estrias brancas (*White Striping*) em paralelo com a direção das fibras do músculo sobre os filés de peito e coxa de frango (KUTTAPPAN *et al.* 2013a; PETRACCI e CAVANI, 2012). Com base na avaliação visual da gravidade da condição, os filés de frango podem ser classificados como normais (sem estrias), com miopatia moderada ou grave (KUTTAPPAN *et al.*, 2013b). Acredita-se que sua etiologia está relacionada ao

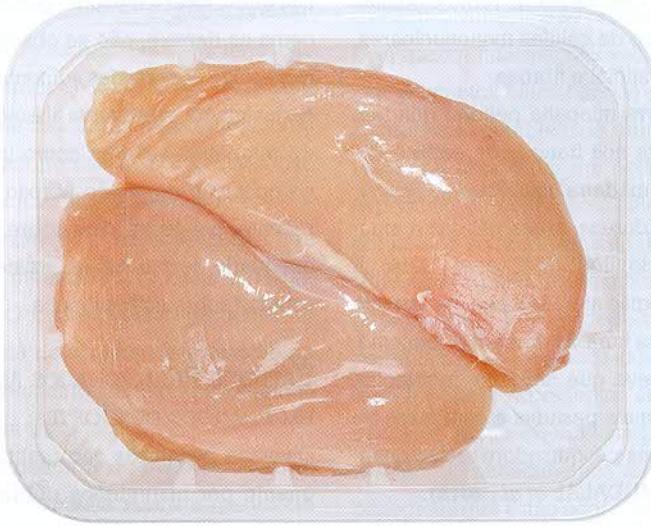
Figura 01. Mudanças relacionadas ao melhoramento genético do frango de corte (ZUIDHOF *et al.*, 2014)



aumento da taxa de crescimento das aves, apresentando elevada incidência em aves mais pesadas (KUTTAPPAN *et al.*, 2009; KUTTAPPAN *et al.*, 2013a). Em um estudo realizado com frangos de corte sugere-se que a seleção para alta taxa de crescimento e rendimento de peito e pernas pode não afetar significativamente o tipo de fibra presente no músculo, mas afeta o aumento no diâmetro e comprimento das fibras musculares (BERRI *et al.*, 2007). Nos casos associados a graus mais severos de *White Striping*, o melhoramento na taxa de crescimento poderia ter resultado em alongamento excessivo das fibras ou isquemia nos tecidos, resultando em lesões musculares e iniciação de respostas reparadoras. Outros fatores associados são idade de abate (BAUERMEISTER *et al.*, 2009) e o teor enérgico das dietas, sendo que dietas muito calóricas com grandes quantidades de lipídeos ou baixa quantidade de proteínas favorecem esta miopatia. Além disso, um componente genético já foi descrito para frangos, sendo que as herdabilidades para essa miopatia são moderadas. Recentemente, Alnahhas *et al.* (2016) estudando parâmetros genéticos para WS em linhagens divergentes para pH do músculo peitoral maior (PMM), estimaram herdabilidade de elevada magnitude ($0,66 \pm 0,08$). Esses autores ressaltaram o fator genético como determinante da manifestação da WS. Observou-se também que WS apresenta-se mais correlacionado geneticamente com o rendimento de carne do peito ($0,68 \pm 0,06$) do que com o peso corporal ($rg = 0,33 \pm 0,15$). Também foram estimadas correlações genéticas significativas entre WS e diversas características de qua-

lidade da carne, incluindo pH24h do peito ($0,21 \pm 0,08$) e da coxa ($0,31 \pm 0,10$), e perda de água por cozimento ($0,30 \pm 0,15$). Além disso, a condição WS apresentou forte correlação genética com conteúdo de gordura intramuscular do peito ($0,64 \pm 0,09$). Alguns estudos já demonstraram que WS afeta diversos parâmetros de qualidade de carne do peito, como cor e capacidade de retenção de água (PETRACCI *et al.*, 2013; KUTTAPPAN *et al.*, 2013b). A incidência de *White Striping* afeta principalmente a aparência visual do produto cárneo, sendo um parâmetro decisivo para o consumidor no momento da compra nas prateleiras do mercado. Qualquer desvio da aparência normal resultará na rejeição do produto no mercado de carnes,

independentemente de outras qualidades superiores (KUTTAPPAN *et al.*, 2012). Pesquisas identificaram que houve uma diminuição da aceitação e intenção de compra dos consumidores por produtos que apresentam essa miopatia. De acordo com Kuttappan *et al.* (2012b), 50% dos consumidores informam que não comprariam os filés com qualquer grau de *White Striping*. Devido à recusa dos consumidores por esses produtos, carnes afetadas por WS recebem destinos menos nobres, gerando perdas econômicas para a indústria avícola. No Brasil, não existem informações disponíveis sobre o impacto econômico e os prejuízos causados por *White Striping* na comercialização de carne de frango.



Nós transformamos a química que faz fitase amar ambientes desafiadores

natuphos® E
EFICIENTE PELA EXPERIÊNCIA

Usando Natuphos® E, você se beneficia de nossa experiência e pioneirismo em pesquisa. Nossa nova 6-fitase híbrida é a fitase mais estável em ambientes desafiadores – não importa onde, no estômago ou intestino dos animais, durante os processos de peletização ou armazenados em container. Você pode alcançar um novo nível de eficiência economizando mais recursos e custos. É porque na BASF, nós transformamos a química.

www.animal-nutrition.bASF.com

BASF
We create chemistry

De acordo com Kuttappan *et al.* (2013a), a ocorrência de *White Striping* é caracterizada por lesões miopáticas crônicas, como perda de estrias transversais, variabilidade no tamanho das fibras, degeneração flocular/vacuolar e lise de fibras, mineralização leve, regeneração ocasional (núcleos com forma de remo e células multinucleadas), infiltração de células mononucleares, lipideose, inflamação intersticial e fibrose.

Wooden Breast: uma nova miopatia peitoral que tem aumentado sua incidência nos frangos de corte é conhecida como "peito de madeira" ou *Wooden Breast*, caracterizada por visível dureza, áreas pálidas a amareladas na parte caudal do filé (SIHVO *et al.*, 2014). A alteração faz com que a região afetada tenha um aspecto mais fibroso e mais duro na hora do preparo e consumo. Sihvo *et al.* (2014) descreve que há maior incidência dessa miopatia em aves mais pesadas e com taxas de crescimento rápido. Alguns pesquisadores relacionam essa miopatia com WS (MUDALAL *et al.*, 2015).

Wooden Breast e *White Striping* apresentam alterações histológicas semelhantes, com moderada a severa e polifásica miodegeneração, com quantidades variáveis de acúmulo de tecido conjuntivo intersticial ou fibrose (SIHVO *et al.*, 2014; MUDALAL *et al.*, 2015). Assim

como a WS, essas alterações na carne não representam nenhum risco à saúde dos consumidores. De acordo com Sihvo *et al.* (2014), evidência de agentes infeciosos, tais como bactérias ou parasitas, não foram detectadas em lesões de WB. Essa miopatia tem sido encontrada em diversos países, incluindo Estados Unidos, Finlândia, Itália e Brasil. Contudo, a incidência de WB nos rebanhos comerciais ainda não está bem documentada, especialmente no Brasil. Owens (2014) relatou que apesar de emergente nos rebanhos afetados, essa condição chega a atingir mais de 50% dos indivíduos. Baixas herdabilidades já foram estimadas para WB, variando de 0,024 a 0,097 de acordo com Bailey *et al.* (2015).

Degeneração Peitoral: mais recentemente, outra miopatia tem sido observada em frangos de corte. A degeneração da musculatura peitoral tem sido a miopatia

mais grave, provavelmente, representando o estágio final de degeneração da musculatura peitoral. Visualmente, a superfície do músculo exibe petéquias (especialmente na extremidade proximal dos filés) de gravidade variável e se observa um exsudato gelatinoso cobrindo o músculo. Em geral, todo o músculo peitoral maior é afetado. Assim como as demais, não se observa traumas externos e as lesões são observadas somente após a remoção da pele. Na histologia, se observa alterações degenerativas típicas de miopatias severas como infiltração de macrófagos e deposição de tecido fibroso. Por ser a miopatia mais recente, pouco se sabe sobre essa condição. Devido à gravidade destas lesões, existe grande necessidade de estudos sobre esta miopatia.

ESTUDOS RELACIONADOS ÀS MIOPATIAS PEITORAIS EM FRANGOS DE CORTE

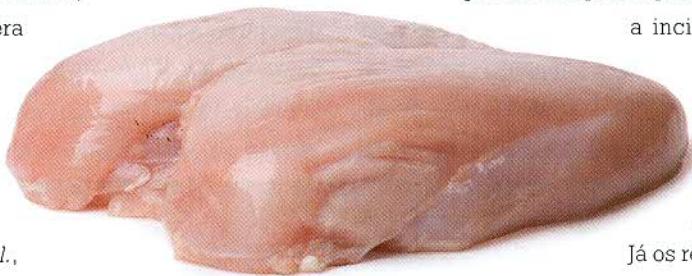
Diversas pesquisas são realizadas tanto pela indústria quanto por instituições públicas de pesquisa, com o objetivo de se conhecer sobre a prevalência e etiologia das miopatias peitorais e, assim, reduzir a incidência destes importantes problemas em frangos de corte. Os resultados das pesquisas na indústria

são pouco divulgados.

Já os resultados obtidos pelas

instituições públicas de pesquisa no Brasil vêm sendo disponibilizados para o setor produtivo e para o meio acadêmico. Estudos sobre a prevalência e caracterização das lesões decorrentes das miopatias WS e WB vêm sendo realizados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade de Passo Fundo (UPF). A Embrapa Suínos e Aves tem realizado estudos genômicos iniciais visando identificar fatores genéticos associados à miopatia *White Striping*.

Em estudo realizado na UPF utilizando 55.839.154 aves abatidas em três estabelecimentos, avaliou-se a condenação de carcaça devido à miopatias *White Striping* e *Wooden Breast*. Em relação a WS, do total de frangos avaliados, 102.329 apresentaram condenações. A incidência de WS identificada nas linhas de inspeção foi de 0,18% (TEIXEIRA *et al.*, 2015a), enquanto que a incidência de condenação por WB foi mais elevada, sendo de 306.005 frangos (0,54%) (TEIXEIRA *et al.*, 2015b).



Estudos liderados pela UFRGS têm avançado na caracterização da miopatia *White Striping*. Ferreira *et al.* (2014) apresentaram um importante estudo de caso abordando a caracterização das lesões ocasionadas por WS, utilizando 2.512 carcaças de frangos, as quais foram macroscopicamente classificadas de acordo a presença moderada ou severa de estrias. Na caracterização histológica, lesões moderadas e severas apresentaram diferenças na integridade das fibras musculares, com evidente degeneração miofibrilar, sem a proliferação evidente de tecido conjuntivo aos 42 dias de idade. Esses estudos de prevalência e caracterização das lesões causadas pelas miopatias são de grande importância para o País. O conhecimento gerado dará subsídios para a melhoria do sistema de avaliação de carcaça pelo SIF, representando um ganho econômico significativo para a indústria.

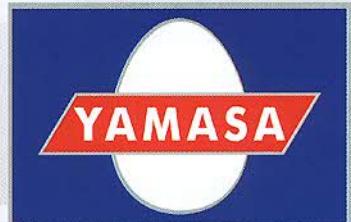
Devido à importância econômica do peito como corte nobre, do impacto das miopatias sobre a qualidade sensorial e tecnológica da carne e a carência de informações sobre o tema, a Embrapa Suínos e Aves vem desenvolvendo estudos genômicos para evidenciar os mecanismos genéticos que controlam a manifestação dessas miopatias em frangos de corte.

ESTUDOS DA EMBRAPA SUÍNOS E ÁVES

Pouco se sabe sobre as alterações do tecido muscular peitoral e os mecanismos genéticos envolvidos na ocorrência dessas condições em frangos de corte. Recentes estudos do transcriptoma estão permitindo compreender o desenvolvimento e os processos de diversas doenças, pois trazem informações valiosas para a interpretação dos elementos funcionais do genoma. O transcriptoma é o conjunto completo de transcritos (mRNAs) em uma célula ou tecido em um estágio de desenvolvimento específico ou condição fisiológica. Utilizando a metodologia de sequenciamento de RNA em grande escala (RNA-Seq) é possível identificar variações na expressão gênica sem a necessidade de dados de sequências preliminares. Os estudos dos perfis de expressão de mRNA podem representar as características de uma célula ou tecido em um estado ou processo específico, revelando conhecimentos moleculares dos processos biológicos que estão ocorrendo em determinado tecido (LI *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2011). A técnica de RNA-Seq fornece uma ferramenta poderosa para a análise de transcriptomas. O sequenciamento com alta cobertura permite descobrir novos genes transcritos, medir a expressão da transcrição, facilita a anotação e monta-

Embandejadora para ovos férteis

- Única totalmente automática
- Produto patenteado
- Facilidade de adaptação para qualquer tipo de bandeja



99,8% dos ovos com a câmara de ar voltada para cima



Fácil operação e manutenção com treinamento *in loco*



Custo x benefício (redução da mão-de-obra)



Totalmente em aço inoxidável

Reduz a manipulação dos ovos e o surgimento de trincas



INDÚSTRIA DE MÁQUINAS YAMASA LTDA.

Estrada Municipal Rincópolis-Piacatu, Km2 | Caixa Postal 71 | CEP 17740-000 | Rincópolis/SP | Brasil
Tel. +55 (18) 3583-1116 | E-mail: yamasa@yamasa.com.br

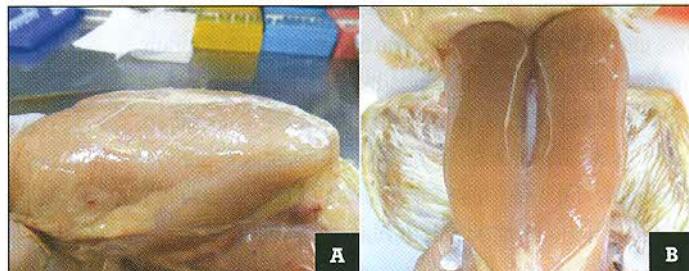
gem de novos transcriptomas e permite identificar sítios de *splicing* e mutações ou polimorfismos entre amostras em um único ensaio (ZHANG *et al.*, 2012).

Dessa forma, essa metodologia de análise do genoma foi utilizada para o estudo de *White Striping*. Para a geração do transcriptoma do músculo do peito relacionado à ocorrência de WS foram utilizados machos de uma linhagem comercial de frangos de corte aos 42 dias de idade, normais e afetados com WS no estágio severo (Figura 02) que foram sequenciados na plataforma Illumina. Assim, foi gerado o primeiro transcriptoma do músculo peitoral associado com a ocorrência de WS em frangos comerciais. Cerca de 15 milhões de sequências foram geradas por amostra e dos 17.108 genes já descritos no genoma da galinha (Ensembl Galgal4), um total de 11.177 genes estava expresso no músculo peitoral (MARCHESI *et al.*, 2015).

Por meio de análises estatísticas, 1.041 genes diferencialmente expressos ($FDR \leq 0.01$) entre frangos normais e afetados foram detectados, sendo 528 genes mais expressos nos frangos afetados e 513 genes mais expressos nas aves normais. Esse grande número de genes diferencialmente expressos entre os animais normais e afetados possivelmente está relacionado às alterações histopatológicas complexas observadas nas lesões severas, como aumento dos tecidos adiposos e conectivo (BAILEY *et al.*, 2015; KUTTAPPAN *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014).

A partir da identificação dos genes diferencialmente expressos entre as duas condições avaliadas neste experimento, várias vias metabólicas foram exploradas, destacando-se as de genes relacionados à glicólise/glicogênese, regulação do citoesqueleto de actina, via das pentoses-fosfato, metabolismo de amido e sacarose, metabolismo de alanina, aspartato e glutamato, via de sinalização do cálcio, citotoxicidade mediada por células NK e adesão focal. Uma interessante via é a de sinalização de cálcio, uma vez que essa via já foi associada com a miopatia *Wooden Breast* (MUTRYN *et al.*, 2015) e, porque níveis elevados de cálcio também foram observados nos tecidos afetados com WS. Os genes

Figura 02. Músculo peitoral maior de frangos de corte com (a) *white striping* de grau severo e (b) normal



Cortesia: Jane de Oliveira Peixoto

encontrados diferencialmente expressos neste estudo corroboram os mecanismos já descritos em análises histopatológicas realizadas em trabalhos anteriores, sendo associados com desbalanço na sinalização de cálcio intracelular, ativação de apoptose, direcionamento de células imunes no sítio da área lesionada e recuperação tecidual através de fibrose e lipidose. No entanto, ainda são necessários mais estudos visando o melhor entendimento da atuação desses genes ao longo do desenvolvimento das aves.

Na próxima etapa do estudo, todo conjunto de milhares de sequências de mRNA será investigado visando identificar SNPs ou marcadores genéticos que possam ser usados na seleção assistida para melhorar a qualidade desses músculos peitorais. Também existe a possibilidade de se identificar algum marcador bioquímico que possa ser utilizado para diagnóstico de aves susceptíveis a miopatias. Esses marcadores apresentam elevado potencial tecnológico para a indústria avícola. Além disso, estudos recentes revelaram que os fatores de transcrição miogênica controlam a expressão de um conjunto de microRNAs (miRNAs) que atuam por meio de vários mecanismos para modular o desenvolvimento muscular. Dessa forma, as sequências do transcriptoma também serão investigadas quanto a presença de sítios de ligação de miRNAs visando entender o controle exercido por miRNAs na expressão gênica em músculos afetados com miopatias.

Como resultado, com o uso da técnica inovadora do RNA-Seq foi gerado o primeiro transcriptoma do músculo peitoral maior em condições normais e afetados com WS, sendo possível a identificação de genes que apresentam expressão alterada devido a miopatia, pos-

embalagens **Blystersul**

sibilitando melhor entendimento da forma como o tecido muscular das aves reage a essa condição fisiológica. Isso representa um avanço no conhecimento do genoma da galinha e irá gerar também uma base de dados consistente que poderá ser útil em outros estudos conduzidos pela Embrapa e seus parceiros. Observou-se que o perfil de expressão gênica da musculatura peitoral difere significativamente entre aves normais e afetadas com *White Striping*. Diversos genes com expressão diferencial entre os grupos normal e afetado podem ser considerados candidatos a desencadear o desenvolvimento desta miopatia. Outros estudos estão em andamento visando aprofundar a caracterização e entendimento funcional dos genes diferencialmente expressos entre as aves normais e afetadas com a miopatia. No entanto, são necessários estudos biológicos que envolvam a análise funcional mais refinada de possíveis genes candidatos, assim como estudos de expressão relativa (qPCR) e análises de associação para determinar quais genes ou mecanismos gênicos são atuantes no desenvolvimento de WS em frangos de corte. Espera-se ao final deste estudo, com a análise integrada de diversas metodologias genômicas, identificar os mecanismos genéticos envolvidos no desenvolvimento da miopatia WS. A partir desse conhecimento, se buscará novas possibilidades para solucionar esses problemas complexos da avicultura, por meio de ajustes na genética e em outras áreas, como manejo, nutrição e ambiência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das crescentes perdas econômicas causadas pelas miopatias peitorais, poucos estudos vêm sendo conduzidos de forma a caracterizar essas miopatias e seu impacto na qualidade da carne do peito, assim como o componente genético associado a esses problemas. Estima-se que se medidas de controle não forem tomadas a tendência é que essas miopatias atinjam quase a totalidade dos animais abatidos. Por isso, existe a necessidade do desenvolvimento de métodos para identificar animais predispostos às principais miopatias, como por exemplo, marcadores moleculares ou biomarcadores, uma vez que a identificação destas condições não é possível com a ave viva. De qualquer maneira, é preciso otimizar a velocidade de crescimento dos frangos na tentativa de diminuir os problemas metabólicos, permitindo desta forma, a obtenção de aves mais robustas e equilibradas fisiologicamente. ^{AI}

¹Embrapa Suínos e Aves

As Referências Bibliográficas deste artigo podem ser obtidas no site da Avicultura Industrial por meio do link:

www.aviculturaindustrial.com.br/miopatia1258

As embalagens para ovos de galinha e codorna da Blystersul possuem uma torre de sustentação para facilitar o empilhamento das caixas nas prateleiras de forma segura.



Blystersul PROTEÇÃO QUALIDADE EXCELENCIA

www.blystersul.com.br

54 3013.6300 Blystersul

R. Gaston Luis Benetti, 924 - Cidade Nova
CEP: 95112-483 | Caxias do Sul / RS