

U. PORTO



INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR
UNIVERSIDADE DO PORTO

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**OSTEOCONDRODISTROFIAS EM BROILERS:
ETIOLOGIAS E IMPACTO NA PRODUÇÃO**

Manuel João Gonçalves da Costa

Orientador

Professor Doutor Paulo Manuel Rodrigues Martins da Costa

Co-Orientadores

Professor Doutor Edgar Oviedo-Róndon

Dr. Stephen Collett

Porto 2010

U.PORTO



INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR
UNIVERSIDADE DO PORTO

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**OSTEOCONDRODISTROFIAS EM BROILERS:
ETIOLOGIAS E IMPACTO NA PRODUÇÃO**

Manuel João Gonçalves da Costa

Orientador

Professor Doutor Paulo Manuel Rodrigues Martins da Costa

Co-Orientadores

Professor Doutor Edgar Oviedo-Róndon

Dr. Stephen Collett

Porto 2010

A. Resumo

Este relatório foi escrito com base no estágio curricular de conclusão do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, realizado entre 25 de Janeiro e 12 de Maio de 2010. A temática central deste estágio foi a avicultura industrial. O estágio foi dividido em duas fases, abordando na primeira questões de manejo e nutrição e, posteriormente, aspectos da medicina aviária.

A primeira fase do estágio foi teve lugar no departamento de *Poultry Science* na *North Carolina State University* tendo decorrido entre 25 de Janeiro e 12 de Abril de 2010. Nesta parte do estágio, o trabalho cingiu-se a investigação de factores nutricionais e de manejo que podem afectar as reprodutoras, a incubação e a cria de *broilers*. Durante este período foi possível acompanhar vários projectos de investigação, visitar várias explorações avícolas e receber formação em várias conferências e workshops. Esta fase permitiu uma integração de todo o processo de produção avícola, desde as reprodutoras ao matadouro.

A segunda fase do estágio foi realizada no *Poultry Diagnostic Research Center* da *University of Georgia* e decorreu entre o dia 13 de Abril e o dia 12 de Maio. Durante esta fase foi possível integrar o *Master of Avian Medicine* realizando saídas de campo para resolução de problemas em granjas, necrópsias de várias aves e testes laboratoriais de diagnóstico. Foi também possível assistir a aulas, conferências e workshops de formação.

O tema principal deste relatório incide sobre as causas de problemas de pernas em *broilers* tentando reflectir o trabalho realizado nos dois períodos. Devido ao facto da primeira fase do estágio ter sido mais longa, dá-se uma maior relevância às causas nutricionais e de manejo. Neste período, grande parte do tempo de estágio foi despendido num projecto de investigação dedicado ao estudo do balanço de cálcio e fósforo no alimento composto e, por este motivo, este assunto será abordado mais aprofundadamente. Todo este projecto será descrito, no entanto não se apresentarão aqui quaisquer resultados a pedido da entidade (*North Carolina State University*) financiadora do projecto.

B. Agradecimentos

Durante a minha formação académica superior e estágio convivi com várias pessoas que me ajudaram e tiveram um grande papel no crescimento quer profissional quer como pessoa. Agradeço por ordem cronológica e caso me esqueça de alguém peço desde já desculpa.

Aos meus Pais, Maria Gonçalves e Manuel Costa, à minha Tia Lourdes Gonçalves e aos meus Avós, Júlia Teixeira, Rosalina Moreira e António Costa agradeço por terem tornado possível o meu ingresso no ensino superior e por me terem apoiado durante toda a minha vida.

Ao meu Irmão, Manuel António, por todas as aventuras, boa disposição ao longo de todos estes anos, por ser o meu Grande Amigo deixo um Brack U.

À minha namorada, Bianca Lourenço, por me ter apoiado sempre que precisei, pelos bons momentos passados e por tudo que quero continuar a passar no futuro agradeço do fundo do coração e mando um beijo.

A todos os amigos que fiz na faculdade. Refiro apenas aqui o nome de alguns que me acompanharam mais proximamente: Zenaide Mala, Gerson Gonçalves, João Queirós, Pedro Fonseca, Joaquim Gonçalves, Dinis Rego, Francisco Neves, Gualter Graça, Alexandre Fontes, Pedro Garcia e Marco Sampaio (não me esqueci de ti Godfather).

Às meninas todas um abraço. São muitas...

Um agradecimento especial aqui ao Professor Doutor Paulo Costa por me ter dado todo o apoio sempre que necessitei. Obrigado por ter dado uma nova vida e alento à minha carreira como médico veterinário.

A todos os Professores que participaram na minha formação académica um muito obrigado.

Ao Ricardo Querido e à Olinda Querido fico eternamente grato por me terem acolhido como uma família aquando o meu estágio na Lusiaves.

Um obrigado à Lusiaves por me ter proporcionado um contacto com avicultura nacional. Obrigado ao Engenheiro Pedro Ferreira, ao Doutor Fernando Moreira e ao Engenheiro André.

Um abraço ao grande Engenheiro Alexandre Rolo por me ter acompanhado na Lusiaves, por ter tentado sempre explicar tudo o que sabia, por muitas vezes ter abdicado do seu tempo pessoal para que eu aprende-se mais e pela amizade.

Ao Professor Doutor Edgar Oviedo-Rondón agradeço profundamente por me ter dado a oportunidade de trabalhar no seu departamento, por me levar a todos os eventos e actividades durante o meu estágio, pelo conhecimento partilhado, pelas portas que me abriu e por ter feito tudo para me ajudar.

Ao Dr. Marcelo Dalmagro e à Dra. Isabela Dalmagro digo que nunca vou esquecer os bons momentos passados, a força, o ensino, a amizade e a paternidade. Porta aberta para vos receber quando quiserem. King ΛΠΖ viva o Chimarrão!

Ao Dom Wilmer Pacheco e à Dama Indira Medina pela festa, amizade e calor latino.

À Professora Doutora Nadja Leandro e à sua filha Camila por me terem alojado e me proporcionarem risadas consecutivas agradeço.

À Professora Doutora Vera Moraes, ao Douro Ramón Malheiros e ao Dimitri obrigado pela amizade e bons petiscos.

Ao Professor Doutor Mike Wineland obrigado por me ter ensinado e permitido assistir ao seu workshop de manejo de incubação.

Agradeço também à Pamela Eusébio, a todos os alunos de pós-graduação que conheci no Poultry Science, ao Mike Mann e a toda a equipa de alunos de graduação que me acompanhou durante o meu estágio.

Na Georgia encontrei uma equipa de professores e técnicos disposta a ensinar e amistosa a quem deixo um obrigado. Ao Dr Stephen Collett, ao Professor Doutor Guillermo Zavalla, ao Professor Doutor Charles Hofacre um muito obrigado por me permitirem o acesso ao programa Master in Avian Medicine e por terem tratado como um aluno da casa.

Ao Professor Doutor Pedro Villegas fico grato por me ter permitido o acesso às conferências da AMEVEA e pela simpatia.

Ao Doutor Taylor Barbosa agradeço o facto de estar sempre disponível para me ajudar desde o nosso primeiro encontro em Fátima.

Aos alunos do Master in Avian Medicine, Dr. Drew Parker e Dra. Natalie Armour obrigado por me terem integrado na equipa e por me proporcionarem conhecimento todos os dias.

Ao Dr. Cristiano Paludo e ao Dr. Rodrigo Espinosa as jantaras e o “bate-papo” que me tirou da cova um grande abraço.

Finalmente um osso à Mitra!

Índice

A.	Resumo.....	3
B.	Agradecimentos	4
D.	Importância da Qualidade das Pernas.....	2
E.	Problemas de Pernas	3
E.1	- <i>Valgus/Varus</i>	3
E.2	- <i>Twisted Legs</i>	4
E.3	- <i>Crooked Toes</i>	4
E.4	- Discondroplasia tibial.....	5
E.5	- Raquitismo	5
F.	Factores que afectam a incidência de osteocondrodistrofias.....	6
F.1	- Maneio e Nutrição das Reprodutoras.....	6
F.2	- Incubação.....	6
F.3	- Fase de Cria.....	8
F.4	- Programas de Luz.....	8
F.5	- Nutricionais	9
F.5.1	- Qualidade do alimento	9
F.5.2	- Minerais	10
F.5.2.1	Cálcio e Fósforo	10
F.5.2.2	- Zinco	14
F.5.2.3	- Cobre	14
F.5.2.4	- Manganês	14
F.5.3	- Vitaminas	14
F.5.3.1	Vitamina D.....	14
F.5.3.2	- Vitamina A	15
F.5.3.3	- Vitamina E	15
F.6	- Causas infecciosas	15
F.6.1	- <i>Mycoplasma synoviae</i>	15
F.6.2	- <i>Staphylococcus</i>	16
F.6.3	- Reovirus.....	17
G.	Projecto:	18
G.1	- Título.....	18
G.2	- Objectivo.....	18
G.3	- Desenho do Projecto.....	19
G.4	- Preparação e Esquema do Pavilhão	19
G.5	- Programa de Iluminação	19

G.6 - Programa de Controlo de Temperatura.....	20
G.7 - Incubação.....	20
G.8 - Procedimentos de Alojamento	21
G.9 - Nutrição.....	22
G.10 - Procedimentos do Projecto.....	23
G.10.1 - Pesagens.....	23
G.10.2 - Amostras de Fezes	23
G.10.3 - Amostras de Ração	24
G.10.4 - Amostras de Pernas.....	24
G.10.5 - <i>Gait Score</i> – avaliação da marcha.....	26
H. Conclusão.....	27
I. Referências Bibliográficas	28
J. Anexos	31

C. A avicultura nos EUA e Portugal

A população mundial actual é constituída por cerca de 7 biliões de habitantes, registando-se uma tendência para continuar a crescer. Prevê-se que este crescimento seja maior nos países subdesenvolvidos dos continentes Africano e Asiático e que a população mantenha tendência em concentrar-se nas principais cidades mundiais (PBR 2010; Leeson & Summers 2008a).

Uma população mundial cada vez maior e mais concentrada obriga à procura de soluções viáveis para satisfazer as necessidades alimentares da comunidade. Os produtos cárneos ocupam um papel central nas dietas equilibradas das principais comunidades a nível mundial. Usualmente as refeições são planeadas e baseadas consoante a disponibilidade destes produtos (FAO 1992).

Presentemente, a produção avícola é vista como uma ferramenta útil para responder à grande demanda alimentar da sociedade. A carne de frango tem como grandes vantagens não ser discriminada por nenhuma cultura ou religião e ter sido, nos últimos anos, cada vez mais associada a dietas saudáveis, essencialmente pelo baixo conteúdo em gorduras. Estes factores associados ao facto de usualmente ser a carne menos cara no mercado, têm tornado a carne de frango a primeira ou segunda carne mais consumida em vários países (Leeson & Summers 2008a). A indústria alimentar *fast-food* tem optado cada vez mais por produtos processados de origem avícola (e.g. *nuggets* e *asinhas*) nos seus menus, contribuindo assim para um aumento significativo do consumo de carne de frango. Nos EUA cerca de 24% do frango vendido tem como destino a restauração de comida rápida (Leeson & Summers 2008a; Oviedo-Rondón 2009a).

A indústria avícola sofreu assim um crescimento significativo nos últimos 30 anos em várias regiões do mundo. Na liderança dos países que mais produzem carne de aves estão os EUA. Em 2008, neste país abateram-se cerca de 9 mil milhões de aves com um peso vivo correspondente a 22,7 milhões de toneladas (Oviedo-Rondón 2009a). Já Portugal, no mesmo período, abateu cerca de 200 milhões de aves com um peso vivo correspondente a 293 mil toneladas (grau de auto-aprovisionamento de 93,4%) (BMAP 2010; INE 2010). As diferenças económicas, dimensionais, culturais e o próprio objectivo da produção (EUA exportam cerca de 17,1% da sua produção, o equivalente a 2,84 milhões de toneladas) estão na base da grande diferença produtiva. Além disso para o mesmo período o consumo *per capita* deste tipo de carne nos EUA foi de 38,6 kg, enquanto em Portugal foi de 32,7 kg (Oviedo-Rondón 2009a; INE 2010).

Apesar das diferenças de dimensão, o sistema de produção dos dois países assenta na mesma base. As granjas de produção de frango estão normalmente associadas a empresas integradoras por um contrato. Neste tipo de organização vertical a empresa, consoante o contrato, fornece os pintos do dia, alimento composto, vacinas, fármacos e apoio técnico e veterinário. O produtor fornece os pavilhões, mão-de-obra e acarreta com as despesas restantes. O produtor é pago posteriormente pela empresa consoante o desempenho relativo

do seu lote em comparação com lotes de outros produtores associados à empresa. O desempenho relativo consiste no número de quilos de frango entregues pelo produtor em relação ao número de pintos recebidos. A mortalidade do lote e o índice de conversão alimentar são assim factores de extrema importância para o rendimento obtido pelo produtor.

Uma das diferenças entre estes dois mercados é o peso de abate das aves. No ano 2008 o peso médio por ave pós-abate em Portugal rondou os 1,40 kg; já nos EUA, este peso é significativamente superior: neste país o peso varia entre 1,93kg e 2,83kg. Esta diferença de pesos entre os dois países é justificada pelos diferentes objectivos de produção. Em Portugal o típico frango de churrasco obriga a um abate precoce dos animais. Já a grande quantidade de produtos processados provenientes de carne de aves desossada, existentes nos EUA, exige que haja um abate mais tardio, permitindo um maior desenvolvimento das principais massas musculares dos animais (Oviedo-Rondón 2009a; INE 2010).

A dimensão e importância económica que a avicultura tem nos EUA permitem uma relação íntima entre a indústria e as instituições de ensino. Estas instituições realizam pesquisa e apoio diário à da indústria tentando responder às suas necessidades. Este apoio só é conseguido devido ao suporte financeiro feito por parte do estado, condados, associações e entidades privadas. Como exemplo de associação invoco a *US Poultry & Egg Association* que representa os produtores dos vários ramos avícolas. Cada produtor desconta do seu lucro uma percentagem que doa a esta associação recebendo em troca variados serviços. Os diferentes colégios de agricultura recebem estes fundos e distribuem-nos pelos seus departamentos de extensão. No estado da Carolina do Norte o apoio à indústria avícola é feito por parte do departamento de extensão de ciência avícola da *North Carolina State University*. Este departamento opera em todo estado fornecendo um variado tipo de serviços: apoio a problemas de campo, acções de formação a pessoal do ramo e investigação são três exemplos de serviços prestados. Esta sinergia permite que as instituições de ensino produzam estudos científicos e que, ao mesmo tempo, a indústria avícola evolua de uma forma sustentada resolvendo os seus problemas sem recorrer, como acontece muitas vezes, ao empirismo.

D. Importância da Qualidade das Pernas

Na produção avícola, a locomoção correcta dos *broilers* é essencial, pois tem um papel central na performance produtiva do animal. Associadas a problemas de locomoção estão causas infecciosas e não infecciosas, que afectam a “saúde” do membro pélvico das aves. Entende-se como pernas saudáveis, as pernas com um desenvolvimento ósseo adequado, que permitam uma boa capacidade de locomoção. O osso deve ter também uma força suficiente para resistir ao processamento de matadouro, especialmente á operação de desossa (Oviedo-Rondón 2008a; Oviedo-Rondón 2008b).

É estimado que as perdas económicas no mercado Americano, devidas aos problemas de pernas, sejam de 80 milhões de Dólares (Coto e tal 2008). Estas perdas não se resumem ao

aumento da mortalidade e triagem na produção em virtude das perdas em vida serem apenas uma pequena parte do impacto económico destes problemas. O aumento das rejeições em matadouro devido a processos inflamatórios cutâneos e articulares, dermatites químicas e de escoriações devido ao excesso de decúbito, aumento da contaminação dos animais diminuindo a segurança alimentar e problemas na linha de abate, ocupam a grande fatia nas perdas económicas causadas pelos problemas de pernas. Estatísticas actuais sugerem que rejeições totais ou parciais de carcaça devido a problemas de perna aumentam significativamente o custo por quilo de peso vivo (Oviedo-Rondón 2008a).

Outro factor é o aumento da energia necessária para a locomoção. Waters e Mulroy (1999) estimaram que, dependendo do grau de claudicação, a energia necessária para a locomoção pode ser aumentada entre 20 a 60%. O aumento da energia de manutenção desvia assim parte da energia destinada ao crescimento do animal levando a perdas mais ou menos significativas e a uma grande heterogeneidade nos lotes (COBB).

O aumento da energia de manutenção, a alta prevalência dentro dos lotes e todos os potenciais problemas na linha de abate e produto final demonstram a importância que tem a avaliação e procura de soluções para os problemas de pernas.

E. Problemas de Pernas

Nas avaliações de marcha em lotes de frango de carne é comum encontrar 30 a 65% de da população com padrões de marcha anormais sem que haja problemas ósseos. Na origem de problemas de pernas não estão só problemas de natureza óssea. Problemas tendinosos, articulares, nervosos, ligamentares e musculares são comuns e normalmente de difícil resolução (Oviedo-Rondón 2008a; Oviedo-Rondón 2008b). Problemas relacionados com estes tecidos e estruturas podem levar a alterações conformacionais das pernas dos *broilers*. Em baixo, descrevem-se as principais alterações de pernas observadas em *broilers*.

E.1 - Valgus/Varus

Este tipo de deformação da articulação intertársica é a mais comum em *broilers* e ocorre mais frequentemente em machos do que em fêmeas. A incidência de *varus* em frangos oscila normalmente entre 1 e 3% enquanto a incidência de *valgus* varia de 30 a 40% (Leterrier & Nys 1992).

O *valgus* e o *varus* são caracterizados, respectivamente, por um desvio externo e interno do tarsometatarso quando colocado em linha com o tibiotarso. Normalmente um animal só apresenta um destes tipos de deformação mas, ocasionalmente, podem estar ambos presentes.

A etiologia desta alteração ainda não foi definida. Sabe-se que os *broilers* jovens têm uma ligeira deformação *valgus* considerada normal. Esta pequena deformação leva a um ligeira inclinação da linha de crescimento ósseo que, com o crescimento rápido do animal, pode

originar um desvio. A redução da taxa de crescimento pode reduzir assim a incidência de *valgus/varus*.

A alteração *varus* tem tendência a surgir numa fase mais precoce da vida do animal (5 a 15 dias de idade) e unilateralmente. Esta alteração surge quase sempre associada ao desvio do tendão do músculo gastrocnémio e de forma repentina, comprometendo a marcha do animal de forma significativa. Por outro lado, a alteração *valgus* ocorre mais frequentemente numa fase mais tardia da vida do animal (2 a 7 semanas de idade) e bilateralmente. Esta ocorre de forma progressiva levando principalmente a diminuição de peso e alterações da marcha em animais mais velhos (Leterrier & Nys 1992; Crespo & Shivaprasad 2003).

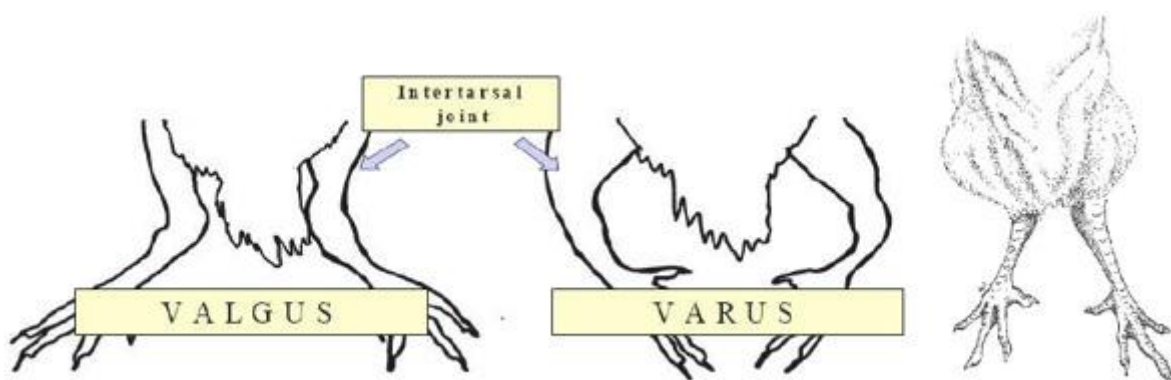


Figura 1: Alterações Valgus e Varus
Adaptado de Oviedo-Rondón 2009c

E.2 - Twisted Legs

Esta alteração é uma forma agravada da alteração *valgus*. *Twisted leg* caracteriza-se por uma rotação linear dos ossos longos e uma angulação dos côndilos distais do tibiotarso superior a 20%. A sua ocorrência é cerca de duas vezes superior em machos e apresenta uma morbilidade entre 1 a 20% e mortalidade reduzida.

Factores como nutrição, taxa de crescimento elevado, manejo e genética estão na génese desta alteração (Eusébio-Balcazar 2010; Oviedo-Rondón 2009b).

E.3 - Crooked Toes

Entende-se por *crooked toes* o quadro clínico em que ocorre um desvio dos dedos no sentido medial ou lateral. Este tipo de deformação é comumente encontrado em *broilers* não estando ainda completamente definida a sua origem. Na Europa a incidência em frangos oscila entre 5 e 8 % (Crespo & Shivaprasad 2003).

Acredita-se que possa resultar de um encurtamento dos tendões flexores digitais resultando num desvio lateral ou medial dos dedos.

Factores genéticos e nutricionais (e.g. deficiência em piridoxina) bem como aspectos ligados à incubação, manejo pós incubação e tipo de cama afectam a prevalência de *crooked toes* à idade de abate (Crespo & Shivaprasad 2003; Eusébio-Balcazar 2010)

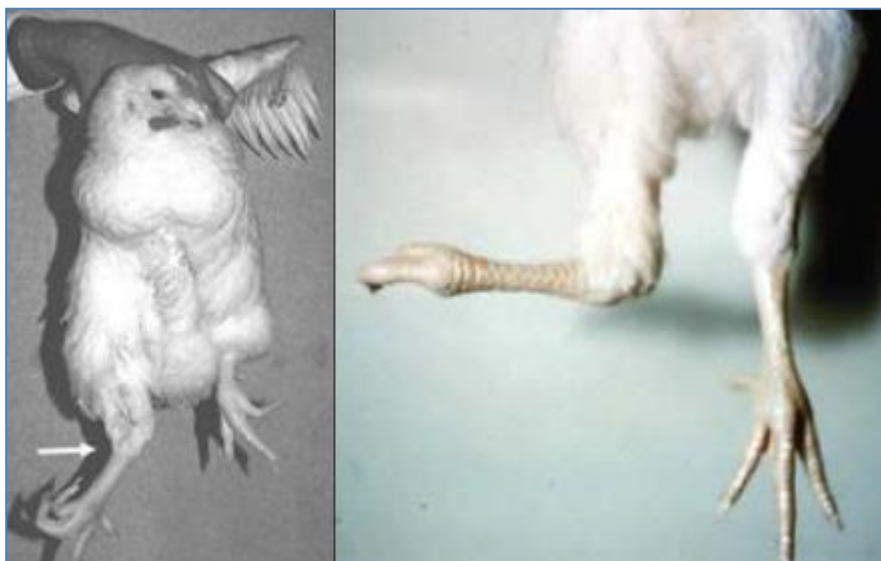


Figura 2: Crooked Toes e Twisted Leg
Adaptado de Oviedo-Rondón 2009c

E.4 - Discondroplasia tibial

A discondroplasia tibial é um dos problemas mais comuns de pernas. Dentro de um bando de frangos pode ter uma prevalência de 30%. É clinicamente detectável em animais com idade superior a 35 dias de idade (Crespo & Shivaprasad 2003; Oviedo-Rondón 2008a).

A deformação ocorre espontaneamente em várias espécies de aves de crescimento rápido e é caracterizada por uma massa avascular de cartilagem abaixo da linha de crescimento ósseo na metáfise proximal do tibiotarso. Esta massa de cartilagem é causada pela persistência e acumulação de cartilagem pré-hipertrófica entre a camada pré-hipertrófica e a camada hipertrófica. A etiologia da discondroplasia ainda não é bem conhecida, no entanto hoje acredita-se que tenha origem na incapacidade dos condrócitos da camada em hipertrófica em terminar a sua diferenciação (Crespo & Shivaprasad 2003).

Considera-se o crescimento rápido dos animais como a causa maior desta patologia no entanto factores como nutrição (excesso de fósforo, deficiência em cobre, alimentos compostos com cisteína ou homocisteína, baixos níveis de vitamina D, contaminação fúngica do alimento composto) e selecção genética podem também predispor ao aparecimento da discondroplasia tibial (Leach & Monsonego-Ornant 2007).

Esta alteração causa dor articular, deformações nas tíbias e consequentes alterações na marcha dos frangos. As consequências desta patologia estendem-se até ao nível do matadouro, levando a rejeições totais ou parciais das carcaças afectadas (Crespo & Shivaprasad 2003).

E.5 - Raquitismo

O raquitismo consiste numa osteodistrofia em que ocorre uma falha na mineralização óssea. Geralmente esta alteração óssea está associada a desequilíbrios alimentares, sendo a falta de vitamina D3, fósforo disponível e cálcio as principais causas.

No raquitismo as alterações histopatológicas variam consoante o nutriente em falta. Se as alterações forem causadas por hipocalcémia (falta directa de cálcio ou vitamina D3) ocorre um espessamento do prato epifisial causado por uma acumulação de condrócitos entre a zona pré-hipertrófica e a zona hipertrófica e uma má vascularização da zona hipertrófica por parte dos vasos metafisários. Quando as alterações são originadas por hipofosfatémia ocorre uma proliferação da região hipertrófica (Wise 1975; Thorp 1994).

Rácios incorrectos entre cálcio e fósforo predispõem ao desenvolvimento raquitismo.

F. Factores que afectam a incidência de osteocondrodistrofias

F.1 - Maneio e Nutrição das Reprodutoras

As condições, quer a nível de maneio quer a nível nutricional, a que as reprodutoras estão sujeitas têm um grande impacto na cadeia de produção avícola pois vão influenciar a qualidade da descendência.

Qualquer alteração que provoque uma nutrição inadequada ou stress nas reprodutoras traduz-se em alterações na qualidade dos ovos. Dependendo o desenvolvimento do embrião directamente dos nutrientes depositados no ovo e das propriedades da casca, a qualidade dos ovos é vista como ponto fulcral no desenvolvimento embrionário.

Vários estudos têm sido realizados com o objectivo de avaliar o impacto do maneio e nutrição das reprodutoras nos problemas de patas da sua descendência. Oviedo-Rondón et al. (2009c), relacionaram a adição à ração das reprodutoras de minerais orgânicos (Mintrex®) com alterações de pernas na sua descendência. Os resultados deste estudo provaram que o uso destes minerais promove um melhor desenvolvimento ósseo e uma diminuição das alterações da marcha nos frangos.

Outro estudo recente, realizado por Eusébio-Balcazar et al. (2010), provou que a linha genética utilizada, o plano de arraçamento e o espaço de comedouros disponível nas reprodutoras pode influenciar o aparecimento de problemas de patas e desenvolvimentos ósseo.

F.2 - Incubação

Uma das maiores dificuldades na produção avícola é manter a uniformidade de tratamento de maneio que é dado às aves. Durante a incubação este factor é igualmente crítico; condições ambientais desfavoráveis e/ou heterogéneas provocam stress ambiental que afecta o desenvolvimento ósseo e a qualidade das pernas (Oviedo-Rondón 2008c).

O desenvolvimento ósseo e a diferenciação da placa de crescimento ósseo começam durante o desenvolvimento embrionário. Na realidade o maior desenvolvimento ósseo dos frangos ocorre poucos dias antes e após a eclosão e, conseqüentemente, as alterações no crescimento ósseo podem ter origem neste período crítico (Oviedo-Rondón et al. 2009d).

O tipo de incubadora usado (carga única/carga múltipla), a temperatura, a humidade e a ventilação parecem ser os parâmetros, exteriores ao ovo, que mais influem na “qualidade do embrião” (Oviedo-Rondón *et al.* 2009d). O uso de incubadoras de carga única ou múltipla foi recentemente avaliado por Oviedo-Rondón *et al.* (2009d). Os dados recolhidos sobre condições comerciais demonstraram existir uma relação entre o uso de incubadoras de carga múltipla e o aumento de problemas de pernas. Animais provenientes de incubadoras de carga múltipla apresentaram uma maior percentagem de alterações da marcha e de *crooked toes*. Foi também demonstrado que machos incubados em incubadores de carga única apresentam cerca de 10% a menos de casos de *valgus* do que machos incubados em carga múltipla (Oviedo-Rondón *et al.* 2009d). Os mesmos autores têm observado que actualmente a maioria das incubadoras de carga múltipla não fornece um bom aquecimento aos embriões durante a fase inicial da vida nem um arrefecimento óptimo durante a última fase de desenvolvimento, onde há uma grande produção de calor metabólico proveniente da elevada taxa de crescimento embrionária. Este sobreaquecimento na máquina incubadora tem consequências directas na organogénese e desenvolvimento ósseo do embrião (principalmente na fase *plateau* e final da incubação). Verificou-se que temperaturas elevadas afectam quer a utilização do vitelo nutritivo por parte do embrião quer o desenvolvimento e funcionamento da tiróide. As hormonas da tiróide têm um papel central na diferenciação da placa de crescimento ósseo e a gema possui lípidos, minerais e vitaminas essenciais à modelação óssea. Alterações ao nível destas estruturas interferem com o desenvolvimento embrionário (Oviedo-Rondón *et al.* 2008d).

Padrões anormais de temperatura durante todo o processo de incubação devem ser evitados. Alguns investigadores demonstraram que pequenas alterações na temperatura (de 37,5 a 38,5 °C) entre os quatro e sete dias de incubação podem afectar o processo de ossificação e aumentar o comprimento da tíbia e do tarso (Oviedo-Rondón 2008c). O aumento da incidência da discondroplasia tibial às três semanas foi também relacionado com temperaturas desajustadas nos primeiros 8 dias de incubação ou com períodos de temperaturas excessivas entre o 10º e o 18º dia (Oviedo-Rondón 2008c).

Temperaturas acima de 37°C e concentrações oxigénio abaixo de 19% durante os últimos 4 dias de incubação provaram, recentemente, reduzir o desenvolvimento ósseo e aumentar a assimetria óssea em frangos (Oviedo-Rondón *et al.* 2009d; Oviedo-Rondón *et al.* 2008d).

Esta assimetria, causada pelo stress térmico pré-eclosão, é muito importante pois vai provocar forças anormais nas articulações e ossos levando a deformações ósseas e alterações na marcha na fase mais tardia da vida do animal. Além destas alterações, o nível de assimetria óssea é visto como um factor importante pois tem vindo a ser utilizado como parâmetro de avaliação de bem-estar animal (Oviedo-Rondón 2008c).

A incubação é assim um ponto de partida para problemas de pernas futuros, devendo todos os parâmetros ser controlados minuciosamente. Outro ponto a ser controlado é o transporte do

centro de incubação até à granja. As temperaturas a que o pinto está exposto durante este percurso parecem ter um impacto importante no desenvolvimento posterior de problemas de patas. Oviedo-Rondón *et al.* (2009e) verificou que temperaturas elevadas durante o transporte levam a um aumento da incidência de *crooked toes*, *twisted leg* e padrões de marcha anormais.

F.3 - Fase de Cria

O período de recepção juntamente com os primeiros dias de vida do pinto é provavelmente a altura mais importante da vida da ave. É nesta altura que o trabalho do produtor adquire maior importância em virtude dos erros cometidos durante esta altura terem repercussões negativas no desempenho durante o resto da vida do animal.

Muitos dos defeitos, como *valgus* e *varus*, são exacerbados quando o produtor não consegue controlar a taxa de crescimento na fase inicial da vida originando bandos heterogéneos. Esta heterogeneidade na conformação dos animais pode ter origem em vários factores: temperaturas desiguais no pavilhão, cama demasiado quente ou fria, correntes de ar, densidade animal demasiado elevada, espaço insuficiente de comedouro, pouca água disponível, ou luz insuficiente. Todas estas condições de desconforto que devem ser evitadas pois implicam uma redução do alimento ingerido e da actividade física, parâmetros essenciais ao desenvolvimento ósseo, muscular e tendinoso (Oviedo-Rondón 2009c).

Coeficientes de variação de peso superiores a 10% (pesos com diferença de valor superior a 10% em relação ao valor médio) dentro de um bando aos sete dias de idade são indicadores de grande heterogeneidade. É de esperar que bandos com valores superiores a este apresentem problemas de pernas numa fase mais tardia da vida (Oviedo-Rondón 2009c).

F.4 - Programas de Luz

Uma das melhores maneiras de controlar o crescimento dos frangos é através dos programas de iluminação utilizados. Nos EUA os programas de luz são muito variáveis entre as companhias integradoras. Programas usados para controlar o crescimento são normalmente aplicados entre as duas semanas de vida e as duas semanas que antecedem o abate.

O uso de pavilhões “black-out” permite o controlo efectivo da duração do período de iluminação e da intensidade da mesma a que os frangos podem ser submetidos, controlando assim consequentemente a taxa de crescimento. Após a primeira semana de vida, a maioria dos programas usados, apresenta um período contínuo de 4 a 9 horas de escuridão. Durante o período de luz usa-se uma intensidade luminosa abaixo 5,38 lux como forma de atrasar o crescimento e melhorar a conversão alimentar (Oviedo-Rondón 2009c; Oviedo-Rondón 2008a). Desta forma consegue-se também minorar os problemas cardiovasculares, doenças metabólicas e anormalidades esqueléticas, como a discondroplasia tibial, causadas pelo crescimento rápido dos animais. No entanto, períodos de escuridão excessiva devem ser

evitados pois o jejum prolongado resultante pode estimular os animais a ingerir cama causando problemas entéricos.

O período em que os programas de restrição de luz são aplicados deve também ser alvo de análise. Como já referido este tipo de programas são aplicados na, ou após, a segunda semana de vida. Geralmente, as transições de fórmula alimentar (iniciação para crescimento), doenças entéricas, problemas de má absorção e episódios de coccidiose ocorrem também neste período. A junção destes últimos factores com a inibição da ingestão de alimentos causada pelo programa de luz pode trazer efeitos deletérios na saúde do animal. A não absorção dos nutrientes necessários durante esta fase pode predispor a raquitismo, osteoporose proximal do fémur, *valgus* e *varus*.

Duas semanas antes do abate a luz é aumentada gradualmente com o intuito de estimular a ingestão de alimento e conseqüentemente o crescimento animal (Oviedo-Rondón 2009c; Oviedo-Rondón 2008a).

Se o aumento na taxa de crescimento for efectuado de forma demasiado rápida pode também predispor a problemas de desenvolvimento ósseo. A ausência de exercício e actividade física prévia associada ao aumento de peso pode predispor a discondroplasia tibial e *valgus/varus*. Outro factor é o crescimento longitudinal compensatório que normalmente os ossos apresentam nesta fase. Este crescimento é feito muitas vezes de forma desigual entre pernas criando assimetrias que causam padrões de marcha anormais (Oviedo-Rondón 2009c; Oviedo-Rondón 2008a).

Como demonstrado os programas de luz apresentam uma alta importância e impacto na produção avícola devendo ser alvo de uma análise muito cuidada.

F.5 - Nutricionais

Deficiências, e ocasionalmente excessos, de alguns nutrientes essenciais podem causar o aparecimento de deformações nas patas dos frangos. Alterações com discondroplasia tibial, *valgus* e *varus*, *twisted leg* e raquitismo podem ter origem em factores nutricionais (Waldenstedt 2006), nomeadamente:

F.5.1 - Qualidade do alimento

As alterações de pernas observadas em *broilers* são mais frequentemente causadas por mau processamento ou má qualidade dos ingredientes do que por má formulação.

A variabilidade da composição nutricional dos ingredientes utilizados, problemas na mistura destes, oxidação das gorduras e o não conhecimento da digestibilidade e biodisponibilidade de cada nutriente levam a dietas impróprias. A presença de substâncias tóxicas como micotoxinas e minerais como cádmio podem levar a uma acidose metabólica afectando o desenvolvimento ósseo (Oviedo-Rondón 2008a). Foi demonstrado que grãos contaminados com *Fusarium roseum* aumentam os casos de discondroplasia tibial e que aflotoxinas e ocratoxinas levam a

um enfraquecimento ósseo por interferirem com o metabolismo da vitamina D3 (Leeson & Summers 2008b).

É assim de extrema importância controlar a qualidade dos alimentos na fábrica de ração, controlando as condições de armazenamento e avaliando a composição e disponibilidade nutricional dos alimentos (Oviedo-Rondón 2009b).

F.5.2 - Minerais

F.5.2.1 Cálcio e Fósforo

O cálcio e fósforo são os dois principais constituintes minerais do osso. O osso é uma estrutura complexa e a sua composição varia com a idade e estado nutricional do animal. Quimicamente, o osso não é uma estrutura estável estando a ocorrer trocas permanentes destes minerais entre o osso e os tecidos moles (Waldenstedt 2006). Apesar de 99% do cálcio corporal estar presente no esqueleto é necessário manter uma concentração constante de 2,5mM no plasma e fluidos extracelulares das aves em crescimento (Oviedo-Rondón 2009b).

O principal local de absorção activa de cálcio e fosfato é o segmento inicial do jejuno . Quando as dietas têm as quantidades de fósforo e cálcio adequadas ocorre uma secreção de fosfato no duodeno; já se a dieta for deficiente em fósforo ocorre uma absorção (Denbow 2000). Como o fósforo ocupa um papel central no crescimento e mineralização óssea dos animais, dietas equilibradas com este macromineral são imprescindíveis para que os animais obtenham uma boa performance (Baker). O rácio deste elemento com o cálcio deve ser avaliado pois variações molares da proporção cálcio e fósforo não fítico (nPP) são provavelmente as causas mais frequentes de alterações na estrutura cristalina mineral do osso (Oviedo-Rondón 2009b). A maior consequência de um rácio incorrecto destes elementos é o raquitismo, quer por deficiência em fósforo quer por deficiência em cálcio. Isto pode ocorrer quando a concentração destes elementos é demasiado baixa na dieta ou quando a concentração de um deles é demasiado elevada induzindo, conseqüentemente, uma deficiência do outro. Outra consequência é o aumento da incidência de discondroplasia tibial (Waldenstedt 2006).

Devido à selecção genética dos animais e alterações dos sistemas de manejo têm sido difícil chegar a um consenso sobre o ratio entre cálcio e fósforo (Angel R 2007). É aceite no entanto que o ratio entre cálcio e nPP adequado seja de 2:1 nos frangos em crescimento e, quando se utilizam dietas com níveis altos de proteína, esta relação pode ser aumentada até 2,3:1 (Oviedo-Rondón 2009b).

Hoje em dia nas dietas comerciais a quantidade de cálcio não costuma ser um problema. Os níveis recomendados (0,96 a 1,01%) para as dietas iniciais é suficiente e por vezes utilizam-se até níveis ligeiramente superiores para alcançar um crescimento e desenvolvimento ósseo máximos (Oviedo-Rondón 2009b). Outro factor que não faz o cálcio ser um factor preocupante é o deste ter uma grande disponibilidade na maioria das matérias primas.

Já a disponibilidade de fósforo varia muito entre ingredientes (Waldenstedt 2006). A maioria do fósforo presente nas matrizes alimentares, como milho e soja, está ligada sobre a forma de ácido fítico, sendo este um elemento quase indigerível pelos monogástricos em virtude destes não possuírem fitases (Baker). Como o milho e a soja são dois dos principais ingredientes utilizados nas dietas para frango, muito do fósforo presente não é utilizado obrigando a uma suplementação destas com fósforo inorgânico. A adição de fitases às dietas para frangos têm demonstrado vários benefícios, no entanto esses estudos (sobre esta adição enzimática) não serão discutido neste relatório.

A suplementação das dietas com fósforo inorgânico é vista como um factor crítico pois o preço do fósforo para a nutrição animal aumentou cerca de 400% nos últimos anos (Baker). Além do mais o excesso de ingestão de fósforo leva a uma excreção aumentada deste nas fezes, provocando uma grande poluição ambiental.

A procura da melhor performance animal associada a estes últimos factores têm levado a vários estudos e pesquisas sobre a quantidade ideal de fósforo na dieta de *broilers* (podes e debes citar esses estudos).

Na formulação dietas podem ser utilizadas diferentes formas de avaliar o conteúdo de fósforo:

Quadro 1: Diferentes formas de avaliação do conteúdo em fósforo nas dietas

Forma de Fósforo	Abreviatura	Descrição
Fósforo Total	P	Abrange todas as formas de fósforo na dieta
Fósforo Disponível	aP	Fósforo que é absorvido da dieta pelo animal
Fósforo Retido	rP	Fósforo que permanece no corpo
Fósforo inorgânico	iP	Todo o fósforo não ligado a uma molécula orgânica
Fósforo fítico	PP	Fósforo orgânico; especificamente o P que está faz parte da estrutura do anel com 6 carbonos do ácido fítico
Fósforo não fítico	nPP	Fósforo não ligado á molécula de ácido fítico Total menos o PP

Adaptado de Angel R 2007

A maioria dos sistemas de formulação utiliza tabelas (e.g. NRC) que são construídas através de médias baseadas num pequeno número de dados de fósforo disponível. Isto pode levar a erros grosseiros pois a disponibilidade biológica não é um valor estático. Factores como a energia ou o teor e disponibilidade de determinados nutrientes na dieta (cálcio, vitamina D e microminerais), consumo alimentar, taxa de crescimento, sexo, idade, manejo e estado de saúde podem fazer variar a disponibilidade biológica.

A diferença entre o aP e o nPP é que o aP inclui o fósforo orgânico e inorgânico absorvido enquanto que o nPP exclui qualquer PP disponível e inclui todo o iP não disponível.

Assim, qual o termo que deve ser utilizado quando se determina os requerimentos do animal e se formula? Fósforo disponível, fósforo não fítico ou outro termo como fósforo retido? Esta é uma questão que ainda não tem, actualmente, uma resposta concludente. Idealmente, o aP seria o mais correcto, mas a análise deste parâmetro é dificilmente exequível. Na avaliação do aP é necessário fazer testes no animal, sendo um processo moroso, dispendioso e afectado por vários factores (Angel R 2007).

A utilização do nPP como referência é mais fácil, em virtude de poder ser calculado quimicamente subtraindo o PP analisado ao P também analisado. Tem associado o erro da não avaliação do PP disponível e iP não disponível.

A disponibilidade do PP varia muito entre os diferentes ingredientes do alimento composto, podendo ir de 0 até 60%. Esta variação também ocorre dentro do mesmo ingrediente podendo esta ser explicada pela fertilização do solo onde o alimento foi cultivado, pela altura da colheita (estado de maturidade) e pela variedade cultivada (Angel R 2007).

O erro na consideração do rP está relacionado com a interacção de outros nutrientes (e.g. cálcio e vitamina D) e taxa de crescimento na retenção de fósforo (Angel R 2007).

Apesar das potenciais imprecisões, actualmente utiliza-se o nPP na formulação de dietas (Oviedo-Rondón 2009b). Independentemente do sistema utilizado este deve proporcionar valores médios, mínimos e máximos para os ingredientes (Angel R 2007).

O requerimento de nPP nos *broilers* vai diminuindo ao longo da vida do animal (Angel R 2007). Dependendo da idade do animal a percentagem de fósforo digerida da dieta pode variar entre 30 e 60%, sendo o restante excretado nas fezes (Leeson & Summers 2008b).

A NRC recomenda o uso de 3 fases no programa de alimentação enquanto a indústria utiliza normalmente 4 a 5. O aumento do número fases de alimentação durante o ciclo de produção permite uma melhor aproximação dos níveis de nutrientes na ração com os níveis requeridos pelo animal. No caso do fósforo consegue-se assim diminuir o nPP e P durante o ciclo produtivo, diminuindo o custo e a poluição causada pelo fósforo. O inconveniente associado ao aumento no número de fases de alimentação reside na logística da fábrica de produção de alimentos compostos, havendo um inerente aumento dos custos na produção e transporte de alimentos compostos (Angel R 2007).

Os níveis recomendados de cálcio e aP para as diferentes fases de alimentação nas principais linhagens de frango utilizadas actualmente estão descritos no Anexo 1.

Apesar de estes níveis serem geralmente aceites, a necessidade de reduzir o conteúdo de fósforo na dieta, sem que haja afecção da performance animal e prejuízo para a indústria alimentar, têm conduzido a vários estudos.

Skinner et al. (1992) e Angel et al. (2000) demonstraram que se um animal for alimentado com uma quantidade suficiente de cálcio e fósforo durante a fase inicial, de crescimento e de acabamento, na fase de retirada a remoção do nPP adicionado e de quase todo o cálcio não vai ter qualquer influência na performance do animal (Angel R 2007).

Skinner (1992) verificou também que apesar de não haver diferença na performance animal existia diferença no ponto de fractura dos ossos quando o iP é removido da dieta dos 42 aos 56 dias, em comparação com a dieta normal para o mesmo período. O aparente enfraquecimento ósseo pode ser explicado pela mobilização de P ósseo. O P acumulado na fase inicial da vida, proveniente de uma dieta equilibrada, permite que o animal responda às necessidades corporais causadas por uma dieta deficitária na fase terminal (Angel R 2007).

Angel et al realizaram outro estudo que relacionou, em machos Ross 308, o nível de mineralização óssea e as perdas no processamento quando os animais são alimentados com vários níveis de cálcio e fósforo nas fases de crescimento, acabamento e retirada. Os diferentes níveis testados encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2: Diferentes níveis de cálcio e fósforo testados por Angel et al. (Angel R 2007)

Tratamento ¹	MH	ML	LM	LL	Controlo
Pré-inicial (0-8)	1,2% Ca 0,55% nPP	1,2% Ca 0,55% nPP	1,2% Ca 0,55% nPP	1,2% Ca 0,55% nPP	1,2% Ca 0,55% nPP
Inicial (8-18)	0,9% Ca 0,45% nPP	0,9% Ca 0,45% nPP	0,9% Ca 0,45% nPP	0,9% Ca 0,45% nPP	0,9% Ca 0,45% nPP
Crescimento (18-30)	0,8% Ca 0,32% nPP	0,8% Ca 0,32% nPP	0,6% Ca 0,25% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,9% Ca 0,35% nPP
Acabamento (30-36)	0,6% Ca 0,25% nPP	0,5% Ca 0,17% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,9% Ca 0,35% nPP
Retirada (36-44)	0,4% Ca 0,12% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,4% Ca 0,12% nPP	0,8% Ca 0,3% nPP

1- Cada tratamento corresponde a níveis diferentes de cálcio (Ca) e fósforo (P): MH – nível alto/moderado de Ca e P; ML – moderado/baixo de Ca e P; LM – nível baixo/moderado Ca e P; LL – nível baixo/baixo de Ca e P Adaptado de Angel R

Com estas dietas não se verificou diferença no peso corporal, consumo de alimento, índice de conversão e mortalidade. A percentagem de cinza óssea femoral foi mais alta no grupo de controlo e similar entre os grupos MH, ML e LM. O grupo LL apresentou uma percentagem de cinzas mais baixas e uma taxa de rejeição de carcaças no matadouro mais elevada (12,5%). O grupo de controlo apresentou uma taxa de rejeição de carcaças no matadouro de 3,5% estando as taxas dos outros tratamentos localizadas entre esta e a LL.

Verificou-se através deste estudo a existência de uma correlação entre as cinzas ósseas femorais e a percentagem de carcaças rejeitadas e entre os níveis de nPP e a taxa de rejeição de carcaças (Angel R 2007).

F.5.2.2 - Zinco

O zinco é um mineral necessário à proliferação e diferenciação dos condrócitos (Oviedo-Rondón 2009b). Na formação, mineralização e manutenção da matriz óssea existem várias enzimas (e.g. colagenase) que são dependentes de zinco.

A deficiência de zinco na dieta, mesmo por curtos períodos de tempo, demonstrou implicar uma inibição da proliferação condrócitos, diferenciação celular e um aumento da apoptose celular na placa de crescimento epifisial de frangos adultos (Oviedo-Rondón 2009b).

Um atraso no crescimento, mau emplume, descamação da pele, aumento da articulação tibiotársica e condrodistrofia são os principais sinais zootécnicos e clínicos observados quando existe um aporte insuficiente de zinco (Klasing & Austic 2003).

F.5.2.3 - Cobre

A deficiência em cobre pode diminuir a formação adequada de colagéneo e mineralização óssea (Oviedo-Rondón 2009b). Esta deficiência provoca lesões semelhantes à osteoporose.

O cobre é essencial na iniciação e regulação das ligações de elastina e colagéneo, consideradas essenciais para força óssea longitudinal (Oviedo-Rondón 2008a). Fracturas em fêmures estão frequentemente associadas a baixos conteúdos ósseos de cobre (Oviedo-Rondón 2008a).

F.5.2.4 - Manganês

O manganês é um activador de várias enzimas envolvidas na formação da matriz óssea e cartilagem epifisial. Este mineral promove um bom crescimento dos animais e previne o aparecimento de condrodistrofia (Klasing & Austic 2003).

Baixos níveis sanguíneos de manganês estão associados a quadros de osteoporose (Oviedo-Rondón 2008a).

F.5.3 - Vitaminas

F.5.3.1 Vitamina D

A maioria das matérias-primas usadas nas dietas para *broilers* contém um nível insuficiente de vitamina D. Esta insuficiência obriga a adição desta vitamina sobre a forma sintética às rações formuladas. A vitamina D é composta por um grupo de moléculas variadas como Vitamina D₃ e a Vitamina D₂; no entanto a única forma passível de ser utilizada pelos frangos é a Vitamina D₃ (Leeson & Summers 2008c). Após a absorção da vitamina D₃ no intestino delgado, esta é transportada para o fígado onde é transformada em 25-hidroxicolecalciferol (25-OHD₃), a forma mais abundante desta vitamina no corpo do animal. Posteriormente a 25-OHD₃ é transformada nos rins na forma mais potente desta vitamina: 1,25-diidroxicolecalciferol (1,25(OH)₂D₃) (Waltson 2006).

A principal função da vitamina D é regular o metabolismo do cálcio e fósforo na formação do esqueleto, unhas e bico do animal. Esta actua estimulando absorção intestinal do cálcio, influenciando a actividade dos osteoblastos e osteoclastos e aumentando a reabsorção renal deste mineral em resposta às necessidades metabólicas.

Uma ingestão não suficiente de vitamina D leva a um aumento da incidência de raquitismo e discondroplasia tibial (Klasing & Austic 2003).

Uma solução para a deficiência em vitamina D é o uso directo da forma 25-OHD₃ na formulação de dietas. Foi demonstrado por Fritts e Waldroup (2003) que quando esta forma é usada o peso corporal e as cinzas ósseas são mais elevados e a incidência e severidade da discondroplasia tibial é menor (Oviedo-Rondón 2009b).

Por interferir com a homeostase do cálcio e por poder ser um factor predisponente de problemas de pernas é de extrema importância controlar o conteúdo deste nutriente nas rações usadas para frangos.

F.5.3.2 - Vitamina A

Dietas com níveis insuficientes desta vitamina hoje são raras pois esta é adicionada em altos níveis. Sabe-se que animais com dietas deficientes em vitamina A demonstram má calcificação e mau desenvolvimento ósseo, no entanto foi também provado que níveis elevados deste nutriente podem ser prejudiciais ao desenvolvimento ósseo.

O modo como a hipervitaminose A afecta o desenvolvimento ósseo não está ainda bem definido. Alguns estudos relacionam o aumento da incidência de discondroplasia tibial com a hipervitaminose A, por outro lado outros estudos defendem que esta hipervitaminose pode mesmo diminuir a incidência desta patologia. Crê-se que esta variação de resultados esteja relacionada com a interacção desta vitamina com a vitamina D (Waltson 2006).

F.5.3.3 - Vitamina E

A deficiência de vitamina E leva a aumento da incidência de problemas de pernas, nomeadamente *valgus* e *varus*. A suplementação dos animais com esta dieta, deve-se fundamentalmente ao facto da sua capacidade anti-oxidante. Esta capacidade ajuda na remoção de radicais livres nas zonas de mineralização da cartilagem (Waltson 2006).

F.6 - Causas infecciosas

F.6.1- *Mycoplasma synoviae*

O género *Mycoplasma* inclui várias espécies de procariontes caracterizados por serem desprovidos de parede celular e rodeados apenas pela membrana plasmática (Kleven 2003). Várias espécies deste género foram relacionadas com problemas agudos e crónicos de patas (*M. gallisepticum*, *M. synoviae* e *M. iowae*) no entanto, a espécie que têm sido mais associado

a problemas de patas e claudicação é *M. synoviae* (Butterworth 1999). Esta espécie tem importância pois leva a perdas económicas resultantes da redução da eficiência produtiva do animal e aumento das rejeições de matadouro devido a aerossaculites e septicémia.

A transmissão de *M. synoviae* ocorre por via horizontal, através das vias respiratórias, ou por via vertical. A patogenicidade do microrganismo deve-se à existência de proteínas membranares capazes de aderir ao epitélio respiratório, à capacidade de diminuir a resposta imune por parte do hospedeiro, à produção de toxinas e à indução de respostas auto-imunes. A incidência desta patologia é maior entre as 4 e as 16 semanas, no entanto muitas vezes observam-se infecções em frangos com apenas 1 semana de idade. O tempo normal de incubação varia entre os 11 e os 21 dias (Lockaby 1999; Kleven 2003).

A infecção pode levar a afecções respiratórias e/ou articulares. As afecções articulares têm importância em virtude de causarem um atraso no crescimento e problemas de marcha. Este tipo de infecção articular é caracterizado por edema, espessamento das membranas sinoviais e presença de exsudado amarelo nas zonas tendinosas e cavidades articulares. As zonas mais comumente afectadas são a região tíbio-társica e as almofadas plantares (Lockaby 1999).

Na presença desta patologia pode haver um aumento na incidência de deformações angulares dos membros por interferência no processo normal de condro-ossificação (Lockaby 1999).

Na afecção respiratória observam-se principalmente lesões nos sacos aéreos com presença de um exsudado amarelo. Estirpes mais virulentas podem originar septicemia. Geralmente a mortalidade associada ao *M. synoviae* não é alta (1 a 10%), no entanto a taxa de morbilidade pode oscilar entre 2 e 75% (Kleven 2003).

As principais medidas de controlo desta patologia passam por comprar animais provenientes de reprodutoras livres de micoplasma e pela vacinação dos efectivos. Na maioria dos episódios com sintomatologia evidente recomenda-se o uso de antibióticos (Kleven 2003).

F.6.2 - *Staphylococcus*

O género *Staphylococcus* contém aproximadamente 20 espécies. Dentro deste conjunto, a que mais relevância tem no mundo avícola é *S. aureus*. Este além de levar a perdas económicas por parte da indústria (diminuição do ganho de peso, quebra na produção de ovos e aumento de rejeições de matadouro) tem especial importância na saúde pública por ser um agente causador de intoxicações alimentares.

S. aureus é um coco gram-positivo, catalase e coagulase positivo, aparecendo geralmente em clusters. Este é um microrganismo, habitante natural da pele e mucosas, revela uma elevada eco-resistência (Butterworth 1999).

Normalmente a infecção ocorre quando existe uma quebra nas defesas do hospedeiro, por perda de integridade das barreiras naturais (e.g. feridas, mucosas inflamadas ou cicatriz umbilical aberta) ou imuno-depressão (e.g. Doença de Gumboro, Anemia Infecciosa Aviária ou Doença de Marek) (Andreasen 2003). Foi demonstrado que a transmissão pode também ser

feita a nível transovário (Devriese). O tempo de incubação foi experimentalmente determinado em cerca de 48 a 72 horas (Andreasen 2003).

A infecção por *S. aureus* pode levar a várias alterações como artrite, tendossinovite, espondilite e condronecrose bacteriana, que comprometem a locomoção do animal. Este é o agente bacteriano mais comumente isolado em infecções articulares ou peri-articulares dos membros pélvicos. As alterações de osteomielite com áreas de exsudado caseoso, características desta patologia, aparecem mais frequentemente na zona proximal do tibiotarsos e do fémur. Infecções graves podem levar a septicémia com o envolvimento de vários órgãos (fígado, baço, rins e pulmões).

Usualmente a mortalidade e morbilidade associadas a este microrganismo são baixas.

Medidas de manejo que originem redução deste microrganismo no ambiente (especialmente no centro de incubação), vacinação e o uso de antibióticos são indicados na prevenção e tratamento de infecções (Andreasen 2003).

F.6.3 - Reovirus

Os reovirus aviários pertencem ao género *orthoreovirus* e são ubiqüitários nas cadeias de produção avícolas actuais. Infecções por este vírus são observadas em várias espécies avícolas, no entanto estas adquirem especial importância nos *broilers* pelos problemas articulares causados. Para a indústria avícola estes têm grande importância pois são a causa de artrite viral e estão associados doenças entéricas com má absorção, emplume anormal e conversão alimentar e crescimento reduzidos (Ni & Kemp 1995).

A transmissão do reovirus pode ser horizontal, através do aparelho digestivo e/ou respiratório (as almofadas plantares podem também ser porta de entrada havendo artrites mais severas), ou vertical. Após a entrada do vírus a colonização e replicação ocorre no intestino e na bolsa de Fabrício com posterior dispersão através da corrente sanguínea para outros órgãos. Este pode ser encontrado nas articulações 24 horas após a infecção.

O reovirus pode ser isolado de frangos com diversos tipos de sinais clínicos. Esta diversidade é originada pela variedade de estirpes virais existentes (80% das estirpes são apatogénicas) assim como idade e susceptibilidade dos *broilers* infectados (Hieronymus et al. 1983).

As duas principais manifestações de reovirus observadas são alterações intestinais (má absorção) e a artrite viral (Ni & Kemp 1995). A artrite viral ocorre principalmente entre as 4 e as 7 semanas de idade. A morbilidade nalguns surtos pode chegar a 100% e a mortalidade a 6%. Os sinais mais comumente observados ocorrem ao nível do tendão flexor dos dígitos e do extensor do metatarso. Inicialmente existe um edema da articulação tíbiometatarsica com exsudado amarelo ao nível dos tendões. Edema acima da articulação e extensão do exsudado até ao nível da almofada plantar também podem ser observados. Nas situações crónicas pode ocorrer uma fusão das várias camadas dos tendões com conseqüente endurecimento destes (Rosenberger 2003; Ni & Kemp 1995).

As alterações intestinais por reovirus ocorrem normalmente por volta das 2 semanas de idade podendo os animais apresentar diarreia, atraso no crescimento e alterações nas penas das asas. Este síndrome de má absorção causado pelo reovirus tem importância nos problemas de pernas tendo sido associado ao aparecimento de osteoporose. A enterite precoce leva a uma má absorção de nutrientes essenciais ao desenvolvimento do animal (eg; cálcio, fósforo, vitamina D3, vitamina A, Vitamina E) aumentando assim a incidência de doenças relacionadas com a osteoporose como *britle bone* e necrose da cabeça do fémur (Heide et al. 1981). As principais medidas de controlo desta patologia passam por vacinação das reprodutoras ou dos efectivos e limpeza dos pavilhões com desinfectantes à base de iodo (Rosenberger 2003; Heide 1977).

No decorrer do meu estágio participei num projecto, cujo objectivo foi avaliar o impacto de diferentes níveis de cálcio e fósforo na incidência de osteocondrodistrofias e na excreção de fósforo nas fezes. Segue-se uma descrição do projecto e todo o trabalho realizado.

G. Projecto:

G.1 - Título

Determinação da necessidade de cálcio (Ca) e fósforo (P) para uma linhagem de *broilers* durante a fase inicial (starter) e o efeito de diferentes níveis destes na fase de abate (49dias).

G.2 - Objectivo

A Perdue® é uma empresa avícola familiar e privada que opera desde 1920. Hoje é a empresa líder na zona Este dos Estados Unidos da América. Com vendas anuais superiores a 4,6 mil milhões de Dólares Norte Americanos, é considerada a terceira maior companhia dos EUA providenciando produtos agrícolas e alimentares em mais de 50 países.

A cadeia de produção da Perdue® é totalmente vertical começando na produção da matéria-prima para a ração dos animais estendendo-se até à prateleira do supermercado com a venda de produtos pré-cozinhados congelados ao consumidor. No meio desta cadeia encontra-se a linhagem *Heritage* da Perdue® de *broilers*. Geneticistas da Perdue® seleccionam o pedigree *Heritage* começando assim a cadeia que acaba no *broiler*.

Com vista a melhorar os seus índices produtivos a empresa necessita de saber quais os requisitos nutricionais da sua linhagem *Heritage*. Como já referenciado, os níveis de Ca e P são uma parcela importante da dieta pois influenciam o crescimento ósseo e a performance produtiva dos *broilers*. A alimentação dos animais com níveis sub-óptimos destes macrominerais causa consternação a nível de bem-estar animal e problemas de desempenho produtivo e segurança alimentar de produtos desossados obtidos. O excesso de fósforo na ração tem também um grande impacto na produção avícola pois, para além de ser um

ingrediente caro, quando o excesso ocorre existe uma maior excreção deste causando grandes níveis de poluição ambiental.

Assim, este estudo nasce duma parceria da referida empresa com o Departamento de Ciência Avícola da NCSU, com o objectivo de conhecer os níveis ideais de Ca e P da linhagem *Heritage* da Perdue®. Especificamente, o projecto visa:

- Determinar o nível de Ca e nPP para a linhagem da Perdue®;
- Medir a retenção e excreção de P;
- Observar as consequências do uso de diferentes níveis de Ca e P na ração inicial na saúde das patas e resistência óssea.

G.3 - Desenho do Projecto

O projecto consistiu num estudo comparativo fornecendo a grupos de aves 16 dietas (A a P) formuladas com 4 níveis de Ca (0,62, 0,76, 0,90 e 1,04%) e 4 níveis de nPP (0,31, 0,38, 0,45 e 0,52%) na fase inicial. Posteriormente os animais foram alimentados com a dieta basal comum com os níveis de 0,72 e 0,36% de Ca e nPP respectivamente no período dos 18 aos 35 dias e com os níveis de 0,61 e 0,28 de Ca e nPP respectivamente dos 35 aos 49 dias.

Os ovos desta criação foram incubados no centro de incubação da NCSU e a criação teve lugar no pavilhão número 1 da granja avícola da NCSU.

G.4 - Preparação e Esquema do Pavilhão

O pavilhão 1 é constituído por 72 gaiolas com 1,30 m de largura por 3,00 m de comprimento (Anexo 2).

O sistema de ventilação é constituído por um ventilador central (duas ventoinhas) e cortinas reguláveis manualmente ao longo de todo o pavilhão.

O aquecimento do pavilhão é garantido por seis canhões de ar quente que permitem uma uniformização térmica satisfatória. A medição da temperatura é feita com auxílio de dois termómetros localizados nas extremidades e outros dois localizados na parte central do pavilhão.

O vazio sanitário deste pavilhão foi superior a um mês. Toda a cama da criação anterior foi removida. O pavilhão foi varrido com o auxílio de uma pistola de ar comprimido e foi posteriormente colocada cama nova de aparas de madeira.

Foi feito controlo de roedores utilizando oito estações rateiras, com Jaguar® (Brodifacoum), antes e durante a criação.

G.5 - Programa de Iluminação

Foram utilizadas 104 lâmpadas fluorescentes, de 18 watt de potência, distribuídas em três filas (18x16x18) de cada lado do pavilhão.

Quadro 3: Programa de Iluminação

Idade	Horas de Luz/Escurecimento	Horário de escuridão
1ª Semana	23L:1E	5:00 – 6:00
2ª – 3ª Semana	21L:3E	3:00 – 6:00
3ª – 7ª Semana	16L:8E	2:30 – 6:30 e 18:00 – 22:00

A partir dos 21 dias utilizou-se um período de 16 horas de luz com dois períodos de escuridão para ir de encontro ao que se faz comercialmente com a linha *Heritage*.

G.6 - Programa de Controlo de Temperatura

O pavilhão 1 foi previamente aquecido, um dia antes da recepção, de modo a obter uma temperatura da cama (medida com o termómetro de infra-vermelhos) compreendida entre os 35°C e os 37,1°C. Esta temperatura foi mantida durante a noite seguinte à recepção adoptando-se depois um decréscimo progressivo (Quadro 4).

Quadro 4: Programa de Temperatura

Idade em dias	Temperatura em graus Celsius
1 – 7	32,2 - 33,5
8 -14	29,4
15 -21	26,7
22 – 49	Ambiente

As temperaturas mínimas e máximas diárias foram registadas pelo responsável da granja. O ajuste da temperatura foi feito, quando necessário, baseando-se nos valores padrão de temperatura utilizados para a linhagem, valores registados nos termómetros do pavilhão, temperatura da cama lida com o auxílio de um termómetro de infra-vermelhos e comportamento dos *broilers*.

G.7 - Incubação

O centro de incubação da NCSU recebeu dia 19 de Dezembro aproximadamente 2880 ovos *Heritage* férteis do centro de incubação de Candor da Perdue®. Dia 21 de Dezembro os ovos foram colocados em 16 bandejas (aproximadamente 180 ovos por bandeja) e dia 22 de Dezembro, pela manhã, estas foram divididas em dois grupos de oito e colocadas em duas máquinas de incubação Jamesway®.

As máquinas foram programadas para terem uma temperatura durante os três primeiros dias de 38,1°C diminuindo-se depois para 37,5°C. Após 12 dias de incubação, com a ajuda do Thermoscan, ajustou-se a máquina para manter a temperatura dos ovos entre 37,5 e 38,1°C.

Os nascimentos ocorreram dia 12 de Janeiro tendo sido registados todos os nascimentos, ovos não incubados e pintos não viáveis.

Após a contagem e registo dos resultados de cada bandeja os pintos foram sexados e divididos em machos e fêmeas. A linhagem *Heritage* é auto-sexável á nascença através das penas da asa. Os frangos da linhagem *Heritage* seguem o mesmo padrão que os frangos da COBB® e ROSS® tendo os machos as penas secundárias iguais ou maiores que as primárias e as fêmeas as secundárias mais curtas que as primárias.

Após a sexagem os pintos foram colocados na carrinha da granja da NCSU e transportados para o pavilhão 1 da granja da NCSU situado a 200 metros do centro de incubação.

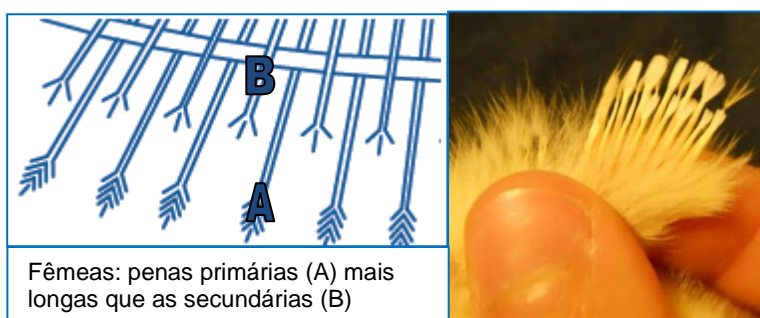
G.8 - Procedimentos de Alojamento

Os pintos foram recebidos e divididos em dois grupos: machos e fêmeas; dentro destes dois grupos foram divididos consoante a bandeja em que foram incubados (16 grupos). Posteriormente seleccionaram-se 15 pintos (um de cada bandeja) de cada grupo tendo como critérios de selecção problemas a nível de cicatriz umbilical, eritema da articulação tibio-társica, hidratação, tamanho corporal ou outra qualquer anormalidade visível.

Em cada pinto seleccionado confirmou-se a sexo e colocou-se um necktag. Foram utilizados necktags com cores diferentes consoante o sexo: macho – verde; fêmeas – laranja; cada necktag tinha um número diferente. Através deste procedimento foi possível seguir o animal do início ao final da criação.

Cada grupo de 15 animais foi pesado e colocado na respectiva gaiola. Em cada gaiola colocou-se 15 machos e 15 fêmeas trabalhando-se com uma densidade animal de 7,7 frangos/m².

Nas gaiolas dos cantos foram apenas colocados 15 machos que não foram utilizados no estudo.



Fêmeas: penas primárias (A) mais longas que as secundárias (B)

Figura 3: Sexagem Fêmeas
Adaptado de Ross Broiler Manual 2009 e Original

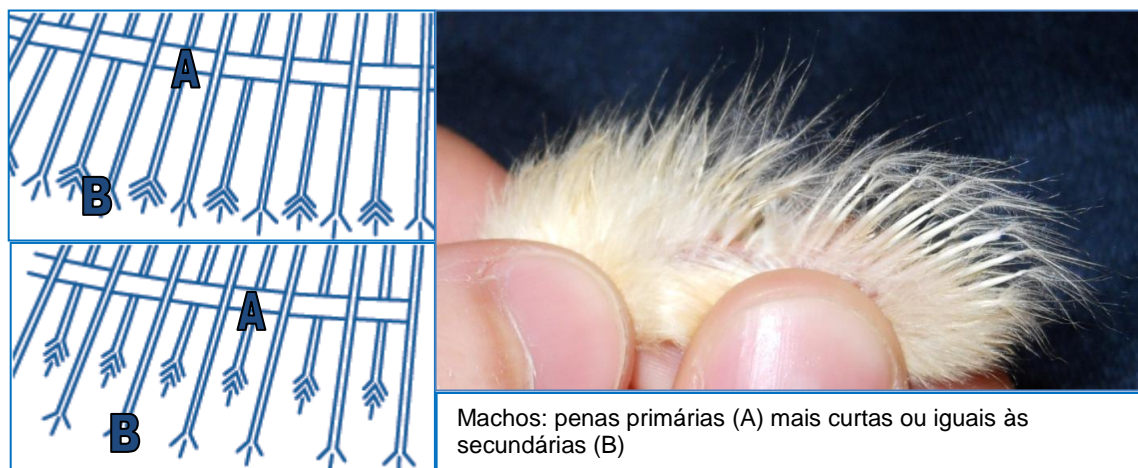


Figura 4: Sexagem Machos
Adaptado de Ross Broiler Manual 2009 e Original

G.9 - Nutrição

Como já visto, no esquema, foram utilizados dois comedouros e bebedouros em sino (Plasson®) por gaiola; adicionalmente, durante a fase inicial foram colocados três tabuleiros de cartão e um bebedouro de iniciação, posteriormente removido aos 7º dia. Os três tabuleiros foram retirados sequencialmente aos 7, 10 e 13.

Até aos 21 dias todos os comedouros foram agitados uma vez por dia e após esta data foram agitados duas vezes por dia.

Não foi feito nenhum tipo de restrição hídrica sendo assim o consumo de água *ad-libitum*.

Foram distribuídas quatro fórmulas alimentares distintas: inicial (0 – 17º dia), crescimento (17 – 34º dia), acabamento (34 – 48º dia) e pré abate.

Os valores ideais calculados de consumo de ração por *broiler* para cada fase estão expressos no Quadro 4.



Figura 5: Foto da gaiola no dia 0
Original

Quadro 5: Quantidade de alimento em quilogramas por fase

	Inicial	Crescimento	Acabamento
Quantidade (kg)	1,25	2,72	7,5

Como já referido a dieta inicial consistiu de uma dieta basal combinada com 16 ratios diferentes de cálcio e fósforo. A formulação da dieta basal para cada fase e os vários níveis de cálcio e fósforo utilizados para cada tratamento encontram-se no Anexo 3 e 4, respectivamente.

G.10 - Procedimentos do Projecto

Durante todo o projecto a mortalidade foi registada diariamente e os cadáveres pesados com o objectivo de calcular no final da criação o ganho de peso e o índice de conversão alimentar. Este lote não foi sujeito a qualquer tipo de vacinação nem tratamento, tendo sido o coccidiostático o único fármaco utilizado.

Seguem-se todos os procedimentos efectuados durante a criação com os respectivos objectivos.

G.10.1 - Pesagens

Durante a criação os animais foram pesados por cinco vezes: alojamento (dia 0), 9º dia, transição de ração inicial para crescimento (17º dia), 41º dias e saída (48º dia).

Nas pesagens efectuadas aos dias 17º e 48º pesaram-se também os comedouros para se conhecer a quantidade de alimento composto sobranete (não consumida).

Apenas se efectuou uma pesagem individual para determinação da uniformidade aos 41 dias.

Em todas as pesagens fez-se uma contagem dos animais verificando-se a mortalidade registada.

Através destes registos foi possível calcular o consumo de alimento composto e o índice de conversão com o objectivo de verificar a existência de relações estatísticas.

G.10.2 - Amostras de Fezes

A recolha de fezes foi feita com o objectivo de avaliar a absorção de cálcio e fósforo através da quantidade excretada nas fezes.

Este procedimento foi realizado ao 10º e 44º dia. A primeira data teve como objectivo avaliar a excreção imediata dos diferentes tratamentos. A análise aos 44 dias permitiu observar o impacto do uso dos diferentes níveis durante a fase inicial na excreção dos dois nutrientes numa fase mais tardia da vida do animal.

As colheitas de fezes foram feitas num intervalo de 24 horas recolhendo-se apenas as fezes frescas directamente da cama. Foram recolhidas 64 amostras (uma de cada gaiola) obtendo-se assim quatro réplicas para cada tratamento.

Após a colheita as fezes foram congeladas, secas num congelador seco (Virtis Freezemobile 12XL) e moídas até ficarem em pó. A amostra obtida foi posteriormente usada em dois procedimentos distintos.

O primeiro procedimento realizado foi a digestão ácida das amostras. Neste procedimento foram queimados, numa mufla a 600°C, 2 g de cada amostra e registado a quantidade de cinzas obtidas. Estas cinzas foram submetidas a uma digestão com ácido clorídrico (4N) a 200°C. A solução resultante foi colocada num espectrofotómetro para avaliar a contéudo de cálcio e fósforo.

O segundo procedimento teve como objectivo avaliar a cinza insolúvel (AIA). A cinza insolúvel é medida através de uma digestão com ácido clorídrico (4N), da amostra de fezes em pó, seguida de uma combustão a 600°C numa mufla. O peso da cinza obtida corresponde á percentagem de cinza insolúvel.

Na formulação das diferentes dietas foi adicionado celite como marcador. A celite é uma rocha natural que quando adicionada na ração não é absorvida pelo animal sendo a sua excreção nas fezes medida através da quantidade de cinza insolúvel. Assim a através da seguinte equação consegue-se avaliar a digestibilidade de cada nutriente:

$$\% \text{ Digestibilidade do Nutriente} = (1 - (\% \text{ Nutriente}_{\text{fezes}} / \% \text{ Nutriente}_{\text{ração}}) \times (\% \text{ AIA}_{\text{ração}} / \% \text{ AIA}_{\text{fezes}})) \times 100$$

Com estes dois procedimentos foi possível analisar eficácia de retenção e a taxa de excreção tanto de cálcio como de fósforo para os diferentes tratamentos.

G.10.3 - Amostras de Ração

Foi recolhida ração em cada fase de alimentação. Nestas amostras foram realizados os mesmos procedimentos que nas fezes. Os dados obtidos além de serem tratados estatisticamente permitiram avaliar se o conteúdo de cálcio e fósforo correspondia ao da formulação.

G.10.4 - Amostras de Pernas

A maioria da pesquisa feita a avaliação dos requerimentos em cálcio e fósforo é feita com base na medida da concentração de cálcio e fósforo nas cinzas dos ossos. A avaliação das cinzas dos ossos é provavelmente o meio mais sensível de determinar os requerimentos destes elementos mas tem a limitação de não relacionar o ponto em que a diminuição da quantidade da cinza tem interferência no rendimento, quer a nível de performance do animal quer a nível de matadouro (rejeições, rendimento de carcaça, fracturas ósseas na desossa mecânica). Há assim uma necessidade de realizar um estudo que relacione os níveis de cálcio e fósforo, mineralização óssea (através de análises laboratoriais como: cinzas ósseas, medida de quebra óssea e densidade óssea), performance animal e perdas de matadouro. Sem uma correlação deste género não se consegue fazer uma avaliação prática do requerimento em cálcio e fósforo ideal (Angel R 2007).

Um factor a ter em consideração é o da resistência e força óssea não estarem somente relacionadas com o conteúdo de cálcio e fósforo retido nos ossos.

O osso é constituído por células vivas envolvidas numa matriz de mineralizada rica em colagénio. A matriz mineral é constituída por cálcio e fósforo (sobre a forma de hidroxiapatite) que constituem cerca de 60 a 70% do peso ósseo. Esta matriz inorgânica proporciona ao osso

rigidez e resistência à compressão. Por outro lado a matriz orgânica de colagénio suporta a tensão e torção aplicada ao osso (Oviedo-Róndon *et al.* 2006).

A matriz mineral é o maior componente extracelular ósseo sendo assim a densidade mineral óssea muitas vezes considerada como indicador de qualidade óssea. No entanto estudos recentes têm demonstrado que a mineralização óssea *per se* não reflecte a força de quebra nem as propriedades mecânicas dos ossos. Estes estudos têm demonstrado que a as ligações e conteúdo de colagénio ocupam um papel importante na resistência óssea.

O estado do osso não pode ser assim descrito apenas por uma propriedade. Se um osso for muito mineralizado vai possuir uma boa rigidez mas ao mesmo tempo vai ser facilmente quebrável quando sujeito a tensão. Por outro lado ossos pouco mineralizados vão ser menos rijos mas mais maleáveis não quebrando com tanta facilidade (Oviedo-Róndon *et al.* 2006).

Neste projecto foram feitas duas colectas de pernas seguidas de várias análises que tentaram responder aos objectivos da empresa e a todas as questões levantadas anteriormente.

As colectas de pernas foram realizadas ao 17º e ao 49º dias. Tal como nas fezes a primeira colheita permitiu avaliar qual o efeito dos diferentes tratamentos no imediato e a segunda os efeitos tardios. Nestas colectas recolheu-se as pernas de um macho e uma fêmea por gaiola permitindo assim diferenciar o impacto dos tratamentos nos diferentes sexos.

As primeiras pernas recolhidas foram cortadas e limpas pela articulação tibiotársica. Após a sua recolha todas as patas foram pesadas e medidas individualmente. Nas medições registou-se dois comprimentos e a largura tal como demonstrado na figura.

Esta pesagem e medições permitiram avaliar o grau de desenvolvimento e assimetria óssea de cada tratamento.

Posteriormente as pernas foram queimadas numa mufla a 500°C para avaliação da quantidade de cinza. A partir da cinza obtida procedeu-se à digestão ácida (procedimento igual ao das fezes) e com a solução obtida avaliou-se a quantidade de cálcio e fósforo por espectrofotometria.

No Anexo 5 encontra-se uma tabela com valores encontrados por Skimmer e Waldroup (1995) para vários parâmetros da tibia.

Na segunda recolha de pernas o corte foi feito pela articulação coxo-femural. Seguidamente foram divididas pela articulação fémur-tibial e tibiotársica. Obtiveram-se assim três partes: fémur com músculos da sobrecoxa, tibiotarsus com músculos da coxa e pata.

As patas foram pesadas e medidas segundo os critérios anteriormente demonstrados. Após as medições estas foram embaladas e enviadas para o centro da United States Department of Agriculture (USDA) em Maryland, para avaliar conteúdo mineral e densidade mineral óssea através de imagiologia (raio-x). Através desta análise pretendeu-se relacionar estes últimos dados com o tratamento efectuado e com a percentagem de cinza obtida.

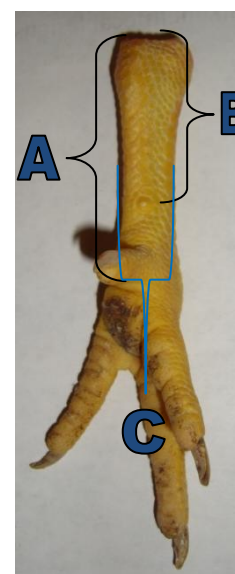


Figura 6: Medidas avaliadas nas patas Original

Os fémures e as tíbias foram usados em avaliações de força mecânica. Experimentalmente esta avaliação é feita através da máquina de três pontos. Esta máquina aplica uma força crescente à diáfise do osso avaliando o ponto de quebra. No entanto neste projecto a avaliação desta força foi feita através de uma máquina de desossa mecânica (desossadora mecânica Meyn D40). Este método foi escolhido com objectivo de melhor responder e reproduzir as condições industriais.

Para a avaliação a avaliação da desossa foi criada uma escala de lesão óssea. Consideraram-se 3 níveis: 0 – Osso intacto; 1 – Osso com fractura ligeira ou sem um fragmento; 2 – Osso com quebra total ou lesão de grande extensão.

No final deste procedimento todas as tíbias foram guardadas para posteriormente se avaliar o grau de discondroplasia tibial e raquitismo.

Na avaliação do raquitismo e grau discondroplasia foram utilizados os critérios adoptados pelo Dr. Jan G. Hogle da Universidade da Georgia em 1994 descritos no Anexo 6.

G.10.5 - *Gait Score* – avaliação da marcha

A avaliação da capacidade de andar nos frangos tem sido utilizada como indicador nas auditorias de bem-estar animal (Oviedo-Rondón 2008a). A utilidade desta avaliação não reside só aqui visto que hoje a saúde das pernas é vista como factor crítico pela indústria. (Oviedo-Rondón 2008a). Normalmente 1 a 2% de todos os lotes de frango de carne apresentam sinais clínicos de problemas de pernas sendo que muitos outros lotes são afectados de forma subclínica. Apesar da baixa incidência aparente, estes podem ter uma prevalência alta sendo pelo menos 1% de cada bando tem um tipo de problemas de pernas que pode não ser facilmente detectável (Oviedo-Rondón 2008b).

A avaliação da capacidade de locomoção é feita através do sistema de *gait score*. Este sistema foi criado em 1992 por Kestin et al. com objectivo de categorizar diferentes níveis de claudicação dentro de um bando de frangos. O *gait score* é estimado através de um julgamento visual da habilidade de um frango andar numa superfície. O sistema de *Kestin* é dividido em 6 níveis: 0 – marcha rápida normal; 1 – marcha rápida demonstrando pequena dificuldade; 2 – marcha rápida demonstrando grande deficiência; 3 - marcha rápida com claudicação evidente; 4 – animal move-se com muita dificuldade; 6 - animal mal se move e tenta usar as asas para rastejar (Cordeiro et al. 2009).

Devido ao grande número de níveis usados e ao nível de subjectividade inerente a esta classificação a Universidade da Georgia, Universidade Estadual do Mississippi e a companhia *Sanderson Farms* criaram o sistema Americano de *gait score*. Este sistema teve o objectivo de tornar a avaliação mais fácil e objectiva utilizando apenas 3 níveis de classificação: 0 – sem sinais óbvios de problema; 1 – sinais óbvios de claudicação (anda mais de um metro); 2 – sinais severos de claudicação (não anda mais de um metro) (Webster et al. 2008).

Através destas classificações consegue-se avaliar indirectamente a qualidade das pernas.

Neste projecto o *gait score* foi avaliado ao 42º dia, em todos os animais, permitindo assim relacionar o efeito dos tratamentos na capacidade de andar dos frangos.

Durante a avaliação do *gait score* registou-se também presença ou ausência de alterações de conformação de cada perna. As alterações avaliadas foram: *crooked toes*, *valgus* moderado, *valgus* severo, *varus* moderado, *varus* severo e *twisted leg*.

H. Conclusão

Conclui-se com este relatório que as desordens a nível das pernas dos *broilers* têm um grande impacto na indústria avícola. Estas desordens possuem, na maioria dos casos, uma origem multifactorial. Descurar o manejo, nutrição e biossegurança numa fase inicial da vida pode ter consequências nefastas numa fase posterior do ciclo de produção.

Este estágio veio complementar os meus conhecimentos práticos em avicultura aprendidos três meses antes na Lusiaves®. A vivência prévia da produção avícola deu-me bases e criou dúvidas, que foram essenciais na minha formação. Só nos EUA é que fiquei ciente do quão importante foi a passagem prévia pela vida e rotina de uma granja avícola. Esta experiência permitiu-me crescer e tirar o máximo de partido da aprendizagem nos EUA.

O contacto com o sistema americano permitiu-me concluir que a interacção com as instituições de ensino traria grandes benefícios à indústria avícola portuguesa. Inerentes à produção estão problemas de difícil resolução. A falta de tempo, dinheiro e, por vezes, o refugiar no secretismo faz com que a indústria arranje frequentemente soluções precipitadas, sem base na evidência científica e de consequências incertas. O impacto económico negativo das medidas implementadas inadequadamente justificaria muitas vezes uma consultoria ou apoio de um estabelecimento de ensino. Nestes estabelecimentos é possível integrar os estudos científicos mais recentes com a realidade da produção animal, usar métodos de diagnósticos que não estão facilmente acessíveis à indústria e pensar externamente ao sistema produtivo sem cair nas suas vicissitudes.

Por outro lado a informação fornecida pela indústria permitiria aos estabelecimentos de ensino realizar vários estudos e publicações. No entanto, para mim o benefício maior desta integração seria permitir aos estudantes passar de um estudo abstracto para um estudo aplicado.

I. Referências Bibliográficas

- Andreasen C (2003) "Staphylococcosis" In Saif YM (Eds.), **Diseases of Poultry 11 Ed.** , Iowa State Press, 798-804
- Angel R (2007) "Calcium and Phosphorus in Broilers: Concentrations and Ratios Required" **Department of Animal Sciences - University of Maryland**
- Baker DH, Augspurger NR "Surviving the high cost of phosphorus for swine and poultry: New phytase enzymes offer significant cost savings and additional benefits." Internet 26 Abril 2010, <http://www.optiphos.net>
- Bender A (1992) "Meat and meat products in human nutrition in developing countries" **FAO Food and Nutrition Papers**, 53, 98
- Butterworth A (1999) "Infectious lameness: componets of broiler a review" **World's Poultry Science Journal** 55, 328-355
- Coto C, Yan F, Cerrate S, Wang Z, Sacakli P, Halley J, Wiernusz C, Martinez A, Waldroup P (2008) "Effects of Dietary Levels of Calcium and Nonphytate Phosphorus in Broiler Starter Diets on Live Performance, Bone Development and Growth Plate Conditions in Male Chicks Fed a Corn-Based Diet" **International Journal of Poultry Science** 7, 7, 638-645
- Crespo R, Shivaprasad H (2003) "Developmental, Metabolic, and Other Noninfectious disorders" In Saif YM (Eds.), **Diseases of Poultry 11 Ed.** , Iowa State Press, 1055-1102
- Denbow M (2000) "Gastrointestinal Anatomy and Physiology" In Whittow G (Eds.), **Sturkie's Avian Physiology 5 Ed.** , Elsevier Inc., 299-325
- Devriese LA "Pathogenic Staphylococci in Poultry" **Faculty of Veterinary Medicine – University of Gent**
- Eusebio-Balcazar P(2010) " Effect of Breeder Nutrition and Feeding Program during Rearing and Production on Broiler Leg Health" **Master Science Thesis of North Carolina State University**
- Heide L (1977) "Viral arthritis/ Tenosynovitis: a Review" **Avian Pathology** 6, 271-284
- Heide L, Lütticken D, Horzinek M (1981) "Isolation of Avian Reovirus as a Possible Etiologic Agent of Osteoporosis ("Britle Bone Disease"; "Femoral Head Necrosis") in Broiler Chickens" **Avian Diseases** 25, 4, 847-856
- Hieronimus D, Villegas P, Kleven S (1983) "Characteristics and Pathogenicity of Two Avian Reovirus Isolates from Chickens with Leg Problems" **Avian Diseases** 27, 1, 255-260
- Instituto Nacional de Estatística - INE** (2010) "Boletim Mensal de Agricultura e Pescas"
- Instituto Nacional de Estatística - INE** (2010) Internet 26 Abril 2010, http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
- Klasing K, Austic R (2003) "Nutritional Diseases" In Saif YM (Eds.), **Diseases of Poultry 11 Ed.** , Iowa State Press, 1027-1053

- Kleven SH (2003) "Mycoplasma synoviae Infection" In Saif YM (Eds.), **Diseases of Poultry 11 Ed.** , Iowa State Press, 756-766
- Leach Jr. R, Monsonego-Ornant E (2007), "Tibial Dyschondroplasia 40 Years Later" **Poultry Science Association** 86, 2053-2058
- Lesson S, Summers J (2008a) "Global Poultry Nutrition" In Lesson S, Summers J (Eds.) **Commercial Poultry Nutrition 3^o Ed**, Nottingham University Press, 1-7
- Lesson S, Summers J (2008b) "Feeding Programs for Broiler Chickens" In Lesson S, Summers J (Eds.) **Commercial Poultry Nutrition 3 Ed**, Nottingham University Press, 229-296
- Lesson S, Summers J (2008c) "Ingredient Evaluation and Diet Formulation" In Lesson S, Summers J (Eds.) **Commercial Poultry Nutrition 3 Ed**, Nottingham University Press, 9-122
- Leterrier C, Nys Y (1992), "Clinical anatomical differences in varus and valgus deformities of chick limbs suggest different aetio-pathogenesis" **Avian Pathology** 21, 429-442
- Lockaby S, Hoerr F (1999) "Virulence of Mycoplasma synoviae in poultry: a review" **World's Poultry Science Journal** 55, 175-185
- Manual de Nutrição para Frangos de Corte, **Cobb-Vantress**
- Ni Y, Kemp M (1995) "A Comparative Study of Avian Reovirus Pathogenicity: Virus Spread and Replication and Induction of Lesions" **Avian Diseases** 39, 3, 554-566
- Oviedo-Rondón (2008a) "Leg Health in Large Broilers" **NC Broiler Supervisors' Short Course**
- Oviedo-Rondón (2008b) " Factores que Afectam a Capacidade de Andar em Perus e Frangos" **Aves e Ovos**, Janeiro - Fevereiro, 14-23
- Oviedo-Rondón (2008c), "La incubación afecta el desarrollo óseo y la incidència de problemas de piernas", **Industria Avícola**, Julho, 14-16
- Oviedo-Rondón E (2009a) "El Sistema de Producción Avícola de Carne: 1. El Modelo Americano" **XXV Curso de Especialización FEDNA: Avances En Nutrición Y Alimentación Animal**
- Oviedo-Rondón E (2009b), "Aspectos Nutricionales que Influyen Sobre La Incidencia de Problemas de Patas En Pollos de Engorde", **XXV Curso de Especialización FEDNA: Avances En Nutrición Y Alimentación Animal**
- Oviedo-Rondón E (2009c) "Leg Health in broilers" **North Carolina State University**
- Oviedo-Rondón E, Ferket P, Havestein G (2006) "Understanding long bone development in broilers and turkeys" **Avian and Poultry Biology Reviews** 17, 3, 77-88
- Oviedo-Rondón E, Small J, Wineland M, Christensen V, Mozdziak P, Koci M, Funderburk S, Ort D, Mann K (2008d) "Broiler embryo bone development is influenced by incubator temperature, oxygen concentration and eggshell conductance at the plateau stage in oxygen consumption" **British Poultry Science** 49, 6, 666-676

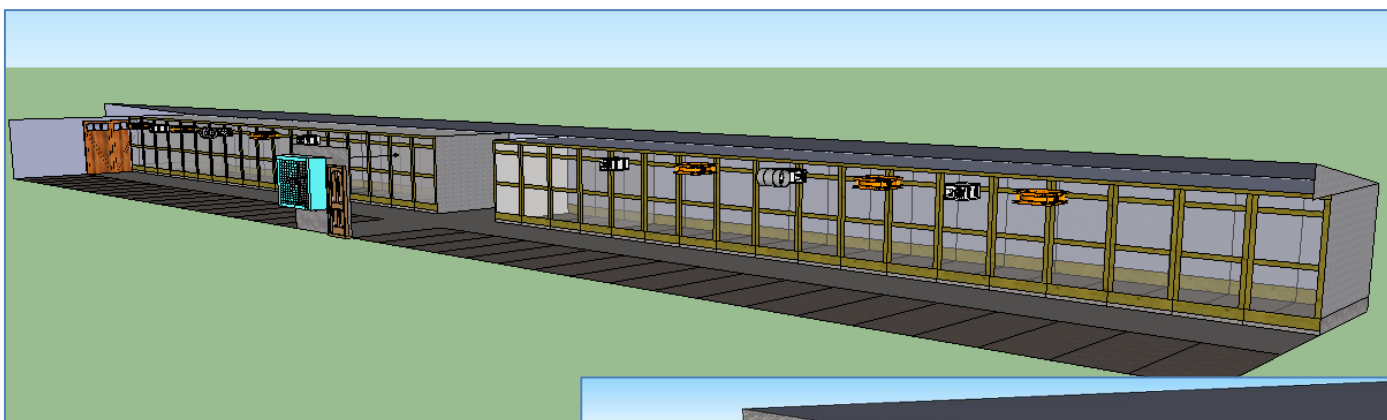
- Oviedo-Rondón E, Wineland M, Funderburk S, Small J, Cutchin H, Mann M (2009d) "Incubation conditions affect leg health in large, high-yield broilers" **The Journal of Applied Poultry Research** 18, 640-646
- Oviedo-Rondón E, Wineland M, Small J, Cutchin H, McElroy A, Barri A, Martin S (2009e) "Effect of Incubation Temperatures and Chick Transportation Conditions on Bone Development and Leg Health" **The Journal of Applied Poultry Research** 18, 671-678
- Population Reference Bureau** (2010) Internet 26 Abril 2010, <http://www.prb.org/Educators/TeachersGuides/HumanPopulation/PopulationGrowth.aspx>
- Rosenberger JK (2003) "Reovirus Infections" In Saif YM (Eds.), **Diseases of Poultry** 11 Ed. , Iowa State Press, 283-298
- Thorp B (1994) "Skeletal Disorders in the Fowl: a Review", **Avian Pathology** 23, 203-236
- Waldenstedt L (2006) "Nutritional Factors of Importance for Optimal Leg Health in Broilers: A Review" **Animal Feed Science and Technology** 126, 291-307
- Waltson BC, Matthews JO, Southern LL, Shelton JL (2006) "The Effects of Phytase on growth Performance and Intestinal Transit Time of Broilers Fed Nutritionally Adequate Diets and Diets Deficient in Calcium and Phosphorus", **Poultry Science** 85, 493-497
- Webster AB, Fairchild AB, Cummings BTS, Stayer PA (2008) "Testing Gaiting Scoring Systems" **University of Georgia, Mississippi State University, Sanderson Farms**, Internet 26 de Abril de 2010, www.thepoultrysite
- Wise D (1975) "Skeletal Abnormalities in Table Poultry a Review", **Avian Pathology** 4, 1-10

J. Anexos

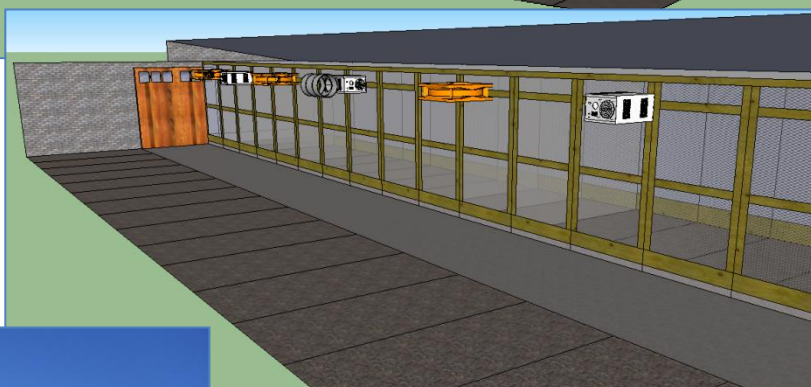
Anexo 1 – Especificações de Cálcio e Fósforo disponível para Frangos de 2,5 kg (Leeson & Summers 2008b)

Especificações de Cálcio e Fósforo disponível para Frangos de 2,5kg				
Linhagem Genética		Ross	Cobb	Hubbard
Inicial	Ca (%)	1,00	0,90	0,95
	aP (%)	0,50	0,45	0,44
Crescimento	Ca (%)	0,90	0,88	0,90
	aP (%)	0,45	0,42	0,40
Acabamento	Ca (%)	0,85	0,84	0,87
	aP (%)	0,42	0,40	0,37
Intervalo de Segurança	Ca (%)	0,76	0,78	0,82
	aP (%)	0,37	0,35	0,34

Anexo 2 – Esquema e fotografias do pavilhão usado no projecto (Pavilhão 1)



Esquema do pavilhão 1
Original



Esquema do sistema de aquecimento do pavilhão 1
Original



Foto do exterior do pavilhão 1
Original



Foto do interior do pavilhão 1
Original

Anexo 3 – Dieta Basal: Formulação e composição nutricional da dieta basal usada no projecto

Nome do Ingrediente	Inicial	Crescimento	Acabamento	Intervalo de Segurança
	----- % -----			
Milho	48,83	60,91	63,07	64,15
Soja	30,51	22,47	19,00	17,37
DDGS	10,00	10,00	12,00	12,50
Gordura de aves	4,55	3,01	2,91	3,09
Finos de Calcário	0,04	1,27	1,24	1,30
Dicálcio	0,96	0,77	0,40	0,31
Sal	0,39	0,38	0,36	0,36
DL-metionina	0,31	0,25	0,19	0,18
L-lisina	0,22	0,28	0,26	0,25
Bicarbonato de Sódio	0,23	0,19	0,13	0,13
Cloreto de Colina	0,20	0,20	0,20	0,20
L-treonina	0,09	0,12	0,11	0,11
Monteban®	0,06	0,05	0,05	-
Minerais Perdue	0,05	0,05	0,03	0,03
Vitaminas Perdue	0,05	0,04	0,03	0,01
Ronozyme P®	0	0,02	0,02	0,02
Composição Nutricional				
Proteína Bruta	22,24	19,38	18,38	17,80
Cálcio	0,31	0,72	0,62	0,62
Fósforo Total	0,56	0,50	0,43	0,41
Fósforo disponível	0,30	0,26	0,21	0,19
Sódio	0,25	0,24	0,22	0,22
Potássio	0,94	0,81	0,76	0,73
Cloro	0,30	0,31	0,30	0,30
Lisina digerível	1,20	1,05	0,96	0,91
Metionina digerível	0,62	0,53	0,47	0,45
Cisteína digerível	0,31	0,28	0,27	0,26
TSAA digeríveis	0,93	0,81	0,74	0,71
Treonina digerível	0,75	0,68	0,63	0,60
Triptofano digerível	0,22	0,17	0,16	0,15
Isoleucina digerível	0,84	0,70	0,65	0,63
Leucina digerível	1,73	1,56	1,51	1,48
Valina digerível	0,97	0,84	0,79	0,76
Arginina digerível	1,30	1,07	0,98	0,93
EM poultry, Kcal/Kg	3065	3140	3175	3200
DEB, mEq/kg	274	235	215	208

Anexo 4 – Tratamentos: Níveis de cálcio e fósforo utilizados nos diferentes tratamentos e respectivas fontes

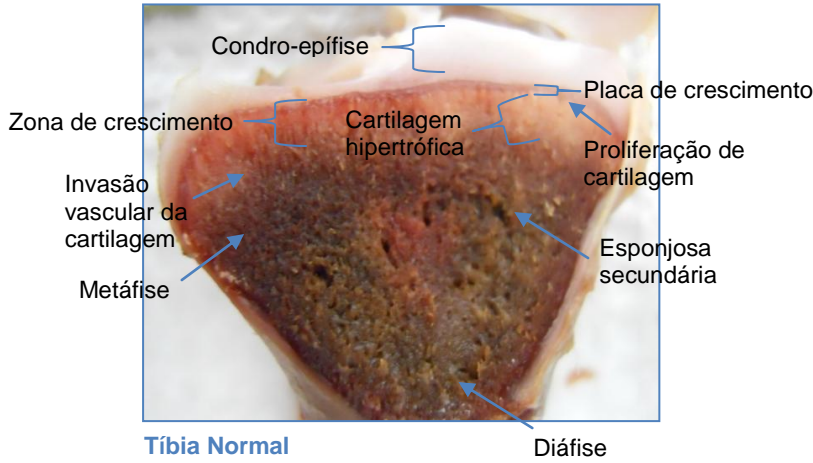
Tratamento	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Dieta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ca %	0,62	0,62	0,62	0,62	0,76	0,76	0,76	0,76	0,9	0,9	0,9	0,9	1,04	1,04	1,04	1,04
NPP %	0,31	0,38	0,45	0,52	0,31	0,38	0,45	0,52	0,31	0,38	0,45	0,52	0,31	0,38	0,45	0,52
Dieta Basal %	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48	96,48
Fitase %	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
Calcário %	0,7798	0,5281	0,2764	0,0247	1,1483	0,8965	0,6448	0,3931	1,5167	1,2650	1,0132	0,7615	1,8851	1,6334	1,3817	1,1299
Dicálcio Fosfato %	0,0621	0,4969	0,9317	1,3665	0,0621	0,4969	0,9317	1,3665	0,0621	0,4969	0,9317	1,3665	0,0621	0,4969	0,9317	1,3665
Celite %	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,37	1,50	1,37	1,19	1,00
Total sem areia	98,84	99,02	99,21	99,39	99,21	99,39	99,58	99,76	99,58	99,76	99,94	99,997	99,946	99,999	100,00	100,00
Areia %	1,16	0,98	0,79	0,61	0,79	0,61	0,42	0,24	0,42	0,24	0,06	0,00	0,05	0,001	0,00	0,005

Fontes de fósforo																
Dieta	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Dicálcio Fosfato	0,010	0,080	0,150	0,220	0,010	0,080	0,150	0,220	0,010	0,080	0,150	0,220	0,010	0,080	0,150	0,220
Fósforo disponível Total	0,310	0,380	0,450	0,520	0,310	0,380	0,450	0,520	0,310	0,380	0,450	0,520	0,310	0,380	0,450	0,520
Fontes de Cálcio																
Diet a	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,31
Dicálcio Fosfato	0,0137	0,1093	0,2050	0,3006	0,0137	0,1093	0,2050	0,3006	0,0137	0,1093	0,2050	0,3006	0,0137	0,1093	0,2050	0,3006
Calcário	0,2963	0,2007	0,1050	0,0094	0,4363	0,3407	0,2450	0,1494	0,5763	0,4807	0,3850	0,2894	0,7163	0,6207	0,5250	0,4294
Cálcio Total	0,6200	0,6200	0,6200	0,6200	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400
Ca:P ratio	2,00	1,63	1,38	1,19	2,45	2,00	1,69	1,46	2,90	2,37	2,00	1,73	3,35	2,74	2,31	2,00

Anexo 5 – Diferentes parâmetros da tíbia encontrados por Skimmer e Waldroup (1995)

Idade							
Sexo		21	28	35	42	49	56
Peso (g)	Macho	634±17	1088±22	1632±20	2191±19	2734±24	3216±42
	Fêmea	631±10	1023±9	1496±14	1989±22	2439±17	2859±27
Comprimento (mm)	Macho	73±0,3	87±0,3	97±0,3	110±1	118±1	126±1
	Fêmea	87±0,2	84±0,3	94±0,4	103±3	114±1	121±1
Largura (mm)	Macho	4,9±0,2	5,9±0,2	7,1±0,2	8,1±0,2	8,6±0,2	9,5±0,2
	Fêmea	4,5±0,1	5,6±0,2	6,6±0,2	7,0±0,3	7,6±0,2	7,8±0,3
% Cinzas	Macho	41,86±0,8	41,93±0,45	42,43±0,34	42,86±0,78	43,43±0,43	43,73±0,61
	Fêmea	43,62±0,62	43,59±0,42	44,13±0,69	44,35±0,54	43,83±0,66	45,49±0,53
% Cálcio	Macho	14,31±0,52	14,30±0,19	14,36±0,20	15,29±0,30	15,45±0,16	14,78±0,59
	Fêmea	14,92±0,17	14,49±0,33	14,93±0,59	17,70±0,99	18,30±0,25	20,08±0,49
% Fósforo	Macho	7,25±0,24	7,68±0,28	7,56±0,14	7,72±0,22	7,43±0,15	8,10±0,21
	Fêmea	7,48±0,21	7,97±0,15	7,60±0,28	9,12±0,57	9,88±0,74	9,94±0,71
Cálcio:Fósforo	Macho	1,97	1,86	1,90	1,98	2,40	1,82
	Fêmea	1,99	1,82	1,96	1,94	2,31	2,02

Anexo 6 – Graus de discondroplasia e tipos de raquitismo

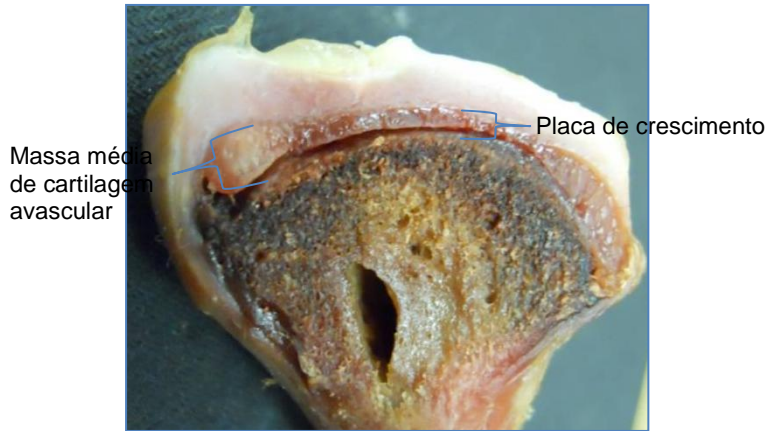


Tíbia Normal
Original



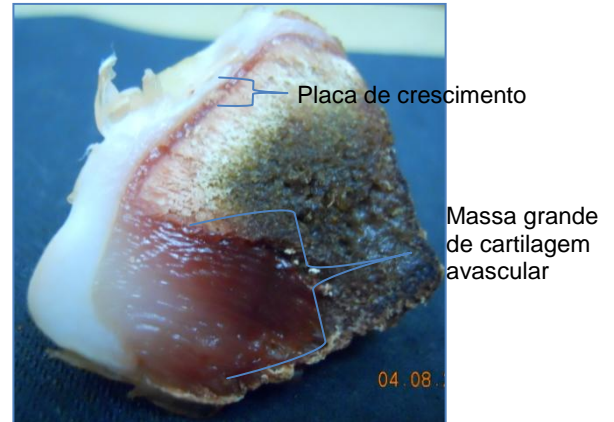
Grau 1 de discondroplasia tibial
Irregularidade e aumento da placa de crescimento

Original



Grau 2 de discondroplasia tibial
Irregularidade e aumento da placa de crescimento com aparecimento de massas médias de cartilagem avasculares

Original



Grau 3 de discondroplasia tibial
Irregularidade e aumento da placa de crescimento com aparecimento de uma massa grande de cartilagem avascular

Original



Raquitismo por fósforo
Aumento da cartilagem hipertrófica

Original



Raquitismo por cálcio / vitamina D
Massa de cartilagem entre a zona de proliferação e a cartilagem hipertrófica
Adaptado do sistema de classificação de discondroplasia do Dr. Jan Hogle da Universidade da Georgia