

CONSERVAÇÃO, USO E MELHORAMENTO DE GALINHAS CAIPIRAS



DÉBORA ARAÚJO DE CARVALHO
JOSÉ LINDENBERG ROCHA SARMENTO
MARCOS JACOB DE OLIVEIRA ALMEIDA
(ORGANIZADORES)

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C755	<p>Conservação, uso e melhoramento de galinhas caipiras / Organizadores Débora Araújo de Carvalho, José Lindenberg Rocha Sarmento, Marcos Jacob de Oliveira Almeida. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-003-2 DOI 10.22533/at.ed.032202704</p> <p>1. Galinhas – Criação – Brasil. 2. Aves – Genética. I. Carvalho, Débora Araújo de. II. Sarmento, José Lindenberg Rocha. III. Almeida, Marcos Jacob de Oliveira.</p> <p style="text-align: right;">CDD 636.51</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

O GENE LEPTINA E SEU RECEPTOR NO MELHORAMENTO GENÉTICO DE GALINHAS CAIPIRAS

Data de aceite: 19/03/2020

Artur Oliveira Rocha

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8991807731249154>

Débora Araújo de Carvalho

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5713516699845140>

José Lindenberg Rocha Sarmiento

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/1991742176699922>

Darllan Alves Evangelista Lima

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/4563031138991290>

Marcos Jacob de Oliveira Almeida

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Meio-Norte (Embrapa MN) Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2068380243699918>

Abigail Araújo de Carvalho

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2914794424016683>

Bruna Lima Barbosa

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/1399649319998684>

Geice Ribeiro da Silva

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5294433858371053>

Maria Histelle Sousa do Nascimento

Universidade Estadual do Maranhão, Campus de
Caxias
Caxias, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/2651507116730705>

Marcos David Figueiredo de Carvalho

Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro
Petrônio Portella
Teresina, Piauí
<http://lattes.cnpq.br/3825794988148916>

RESUMO: Conservar e utilizar raças nativas são formas ativas e constantes de conseguir renda e ampliar as relações comerciais entre produtores locais, com o uso de poucas tecnologias e baixos custos de criação. Com o desenvolvimento das biotecnologias, o estudo genético de aves nativas, bem como seu melhoramento, teve um grande avanço. Uma

dessas biotecnologias são os marcadores moleculares que permitiram o estudo direto do DNA e dos genes. Neste sentido, o gene da leptina (*LEP*) e o gene do receptor da leptina (*LEPR*), que medeia as funções fisiológicas da leptina, foram estudados em aves e estão relacionados ao metabolismo energético e deposição de gordura. Os marcadores moleculares foram descobertos na década de 70 e são fragmentos de DNA que permitem distinguir indivíduos geneticamente distintos e que estão fisicamente ligados a *locos* que apontam para características de interesse. Desde essa época, os genes da leptina e de seu receptor, tiveram seus polimorfismos identificados e amplamente associados a características fenotípicas de galinhas, como consumo de ração, comprimento de pulmão e rendimento de coxa. Vê-se, então, a importância de entender mais sobre esses genes e marcadores moleculares, aplicados às raças nativas. Dado o exposto, objetivou-se, com esse estudo, realizar uma revisão bibliográfica sobre o panorama da avicultura caipira no uso das raças nativas, bem como considerações sobre os marcadores moleculares e os genes da leptina (*LEP*) e de seu receptor (*LEPR*). O intuito é auxiliar e informar sobre a importância destes para futuros estudos genéticos e de melhoramento animal para esse tipo de aves.

PALAVRAS CHAVE: *FRLP*, *LEPR*, *LEP*, marcadores moleculares, Raça nativa.

THE LEPTIN GENE AND ITS RECEPTOR IN THE GENETIC IMPROVEMENT OF FREE-RANGE CHICKENS

ABSTRACT: Conserving and using native breeds are active ways to earn income and expand commercial relations between local producers, with the use of few technologies and low breeding costs. With the development of biotechnologies, the genetic study of these native birds as well as their improvement has made great progress. One of these biotechnologies is the molecular markers that allowed the direct study of DNA and genes. In this sense, the leptin gene (*LEP*) and the leptin receptor gene (*LEPR*), which mediates the physiological functions of leptin, have been studied in birds and are related to energy metabolism and fat deposition. Molecular markers were discovered in the 1970s and are fragments of DNA that make it possible to distinguish genetically different individuals who are physically linked to loci that point to characteristics of interest. Since that time, the genes of leptin and its receptor, with the use of markers, had their polymorphisms identified and widely associated with phenotypic characteristics such as feed intake, lung length and thigh yield in chickens. We see then the importance of understanding more about these genes and molecular markers, applied to native breeds. Given the above, the objective was to carry out a bibliographic review on the panorama of free-range poultry farming using native breeds, as well as considerations on the molecular markers and genes of leptin (*LEP*) and its receptor (*LEPR*). In order to assist and inform about the importance of these for future genetic and animal breeding studies for this type of birds.

KEYWORDS: *FRLP*, *LEPR*, *LEP*, molecular markers, Native breed.

1 | INTRODUÇÃO

A criação de aves caipiras usando raças nativas cresce ano após ano em todo o mundo (BETT et al., 2011). A importância dessas aves para a economia rural é muito relevante, embora distinta nos diferentes países (MAGOTHE et al., 2012). As aves nativas proporcionam renda para as famílias, além de garantir a disponibilidade de alimentos (PADHI 2016). No Brasil, a relevância além da econômica, também é cultural, pois esses animais vieram acompanhados dos colonos portugueses ainda em meados do século XV, por ocasião da colonização do Brasil, e acompanharam a atual conformação do país desde esse período (CARVALHO, 2016).

Conservar e utilizar essas raças são formas ativas de ampliar as relações comerciais entre os produtores locais. Tudo isso sem necessidade de grandes tecnologias e altos custos para sua criação. Essas aves demonstram menor susceptibilidade a doenças infectocontagiosas e boa adaptação às condições edafoclimáticas de ambiente tropical (ALMEIDA, 2013). Vale destacar, todavia, que investigações que comprovem tais afirmações e selecionem geneticamente os indivíduos mais desenvolvidos para características de interesse comercial no próprio ambiente de criação fazem-se ainda necessários.

Nesse sentido, estudos dos polimorfismos de genes com expressão fenotípica de características de interesse na produção foram possíveis através do uso de biotecnologias moleculares. As características, mesmo com baixa herdabilidade e difícil mensuração, tornaram-se analisáveis e postas em programas de melhoramento através da genotipagem (ROTHSCHILD; SOLLER 1999). O uso dos marcadores moleculares foi o responsável pela identificação de tais polimorfismos, como, por exemplo, a técnica “*Restriction Fragment Length Polymorphisms*” (*RFLP*), que é um desses marcadores. Esse marcador foi amplamente utilizado desde a década de 90 para estudo e seleção de animais (CAETANO, 2009).

Com isso, nos últimos anos, o gene da leptina e de seu receptor tem sido utilizado em pesquisa com animais de produção com uso do marcador RFLP (CARVALHO et al., 2012; PEIXOTO, et al. 2009). A priori, esse gene foi identificado no tecido adiposo de camundongos mutantes, obesos e estéreis (ZHANG et al., 1994). A leptina é um hormônio produzido primordialmente no tecido adiposo. É também um cofator de presença ou não de adipócitos no sangue, que pode aumentar ou diminuir em concentrações séricas de acordo com a quantidade de energia estocada em forma de gordura (NINOV, 2006). Com essa gordura estocada aumentando, a leptina atua no hipotálamo e, por *feedback* negativo, inibe o apetite e acelera o metabolismo visando um maior gasto de energia (CARO et al., 1996).

O gene do receptor da leptina (*LEPR*), que medeia as funções fisiológicas do hormônio da leptina, foi elucidado em aves por meio de sequenciamento e uso dos marcadores (LIU et al., 2007). Esse gene está diretamente ligado à regulação, ao armazenamento de energia, ao metabolismo do corpo e à deposição de gordura das aves (ADACHI et al., 2008).

Neste capítulo, será apresentado um panorama da avicultura caipira com uso das raças nativas, bem como considerações sobre os marcadores moleculares e os genes da leptina (LEP) e de seu receptor (LEPR), a fim de auxiliar e informar sobre a importância destes para futuros estudos genéticos e de melhoramento animal.

2 | AVICULTURA TRADICIONAL

Introduzidas no Brasil em meados do ano de 1500 pelos colonizadores portugueses, as galinhas caipiras foram se adaptando às condições edafoclimáticas locais, adquirindo certa rusticidade, menor susceptibilidade às doenças infectocontagiosas, alta variabilidade genética e distintos tipos de coloração de penas (CARVALHO, 2016). Por esse motivo, ganharam protagonismo na avicultura de sistema caipira nacional e mundial, também chamado de sistema extensivo (BETT et al., 2011).

Encontradas majoritariamente no meio rural, as galinhas nativas criadas em sistema extensivo e familiar representam cerca de 80% do rebanho avícola dos países com déficit alimentar e baixa renda (SONAIYA, 2008; FAO, 2014). Elas proporcionam uma fonte de renda para manutenção das famílias que realizam, em sua maioria, um comércio local ou no próprio bairro, além de servir como uma fonte de proteína animal na dieta, em forma de ovos e carne (PADHI, 2016).

Todo esse cenário é suplantado pela baixa necessidade de tecnologias, investimentos financeiros e área, para o início dessa cultura, sua manutenção e terminação (LIAO et al., 2009). Nos últimos anos, a busca por produtos de origem orgânica e/ou natural possibilitou a admissão destas raças, ainda mais, no mercado nacional e até internacional, no qual consumidores pagam valores elevados pelo produto certificado (LOO et al., 2011).

3 | ENZIMAS DE RESTRIÇÃO

Primariamente descobertos na década de 1970, os marcadores bioquímicos baseados em proteínas e isoenzimas ganharam uma ampla usabilidade no estudo de melhoramento genético, tais como: dispersão de espécies, variabilidade genética, introgressão gênica e, de forma ainda um pouco limitada, seleção indireta de características zootécnicas (MARIANTE et al., 2008). Essas isoenzimas baseavam-

se na identificação de polimorfismo protéico, resultado da tradução dos códons do RNA mensageiro.

Após estas isoenzimas, as enzimas de restrição foram descobertas, o que alavancou o estudo com marcadores moleculares e levou a descobertas de muitos outros. A escolha de qual marcador molecular usar, varia de acordo com o objetivo da pesquisa ou seleção e também pode ser adaptada de acordo com as condições disponíveis. Para estudo de variabilidade genética, de forma mais ampla, são usados os marcadores Microssatélites e SNPs, por exemplo (CLEMENTINO, 2010).

Para detecção de polimorfismo, as enzimas de restrição, com o auxílio da técnica “*Restriction fragment length polymorphism*”, capazes de cortar a molécula de DNA em locais específicos. Dessa maneira, apresentam resultados rápidos e com baixo custo quando comparados a outras formas de genotipagem como o sequenciamento (JÚNIOR, 2018). A técnica caracteriza-se pela amplificação de uma sequência contendo o polimorfismo, anteriormente identificado por sequenciamento da espécie. Para isso, são utilizados *primers* específicos e reação em cadeia da polimerase, seguida pelo uso das enzimas de restrição para clivagem desses fragmentos e posterior genotipagem do nucleotídeo na região (RASMUSSEN, 2012).

Todos esses marcadores se tornaram ainda mais usados com a criação e popularização da técnica, anteriormente citada, de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR – *Polimerase Chain Reaction*), baseada na replicação do DNA, catalisada por uma DNA polimerase, que foi descoberta em 1983 (MULLIS, 1990). Em relação às raças nativas brasileiras, muitos são os estudos que utilizam marcadores. E no que concerne a estudos de associação no melhoramento e variabilidade genética destas raças, estes se tornam ainda mais indispensáveis, pois possibilitam uma caracterização e análise sem a interferência ambiental (CARVALHO et al., 2016; SENA, 2019).

4 | GENE DA LEPTINA E DE SEU RECEPTOR EM AVES

A leptina é um hormônio secretado pelo tecido adiposo que regula, em conjunto com a insulina, a homeostase energética. Possui 167 aminoácidos, cuja síntese ocorre nos adipócitos (QUILLFELDT, 2009). Essa homeostase é feita pela via JAK-STAT, que é ativada pela leptina e que, por *feedback* negativo no hipotálamo, inibe e controla o apetite. Esta ativação pode ser demonstrada em frangos (ADACHI et al., 2013).

Comprovadamente, a leptina é um dos principais hormônios que afetam a ingestão de alimentos e a obesidade - dois problemas criticamente importantes para as aves (ELMQUIST et al., 1998). Testes baseados em interações antígeno-

anticorpo por imunofluorescência permitiram a detecção de leptina ou pelo menos proteína semelhante à leptina nas aves (QUILLFELDT et al., 2009; KORDONOWY et al., 2010). Vários trabalhos relataram alterações fisiológicas nas concentrações circulantes de leptina em espécies de aves domésticas ou na expressão de leptina (DRIDI et al., 2005).

O efeito da saturação da leptina na redução da ingestão de alimentos em galinhas foi demonstrado por injeção intraperitoneal de proteína recombinante da leptina de ovelhas e humanos (OHKUBO e ADACHI, 2008). Verificou-se que a imunização contra a leptina em galinhas imitava a perda da bioatividade, levando a um aumento do depósito de gordura e ingestão alimentar. Assim, concluiu-se que a leptina administrada exogenamente é bioativa em sistemas aviários e que essas aves possuem clara expressão do gene do receptor da leptina que interpõe sua bioatividade (SHIZ et al., 2006).

Alguns pesquisadores relatam a presença de leptina e o sequenciamento de um gene da leptina em frangos, como já foi descrito (QUILLFELDT et al., 2009). Em muitas espécies de não mamíferos, o gene da leptina já foi totalmente identificado, como no peixe baiacu, nos anfíbios, nas salamandras e nas rãs. É possível observar que esses genes nessas espécies de animais são claramente diferentes dos homólogos dos mamíferos (CRESPI E DENVER, 2006).

Entretanto, cogita-se que a existência de um homólogo do gene da leptina em aves possa ser duvidosa, pois sua sequência não consta em banco de dados da plataforma *national center for biotechnology information (NCBI)*. Alguns pesquisadores não confirmaram sua existência e negaram a expressão da leptina (YOSEFI et al., 2010). Pitel et al. (2010) propuseram que o gene que codifica a leptina foi perdido durante o curso da evolução.

Em galinhas, o gene do receptor da leptina (*LEPR*) possui 1.148 aminoácidos e uma estrutura 62% igual ao mesmo gene do receptor em humanos e está localizado no cromossomo 8 (DUNN et al., 2009). Sua expressão é dada no hipotálamo e nos ovários em maior grau (OHKUBO et al., 2000). Ninov et al. (2008), em estudos de associação, descobriram que o *LEPR* é fortemente associado ao comprimento de pulmão, ao rendimento de coxa e sobrecoxa e ao consumo de ração.

O *LEPR* pertence à superfamília de receptores de citocinas classe I que compartilha vias de transdução de sinal (TARTAGLIA et al., 1995). Este receptor ativa a via de sinalização JAK-STAT, protagonizada pela leptina, e desempenha um papel importante na regulação do armazenamento e metabolismo de energia corporal (ADACHI et al., 2013).

Em humanos, descobriu-se que as mutações *LEPR* estão associadas à obesidade e ao diabetes tipo 2 (LIU, 2007). Hayes et al. (2010) detectaram que o *LEPR* também está relacionado à hiperfagia em ratos. O estudo do polimorfismo

do *LEPR* com a técnica RFLP é amplamente usado e sua relação com o ganho de massa corporal em humanos e roedores foi comprovada (PARK et al., 2006).

Em frangos de corte e postura tem-se poucos estudos e publicações sobre este polimorfismo (MOUJAHID et al., 2014). Quando se traz essa discussão para o contexto do atual trabalho de galinhas caipiras nativas, o número de pesquisas nessa temática é ainda menor ou quase inexistente na literatura, o que torna sua elucidação necessária.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de galinhas de raças nativas pressupõe a existência de aves com particularidades culturais, genéticas e fenotípicas. Sua produção é uma prática em constante crescimento. O uso de marcadores moleculares torna-se uma alternativa para alavancar e comprovar o potencial produtivo dessas raças, além de permitir a identificação de polimorfismos no DNA de forma acurada e relativamente barata.

Os genes da leptina e de seu receptor, *LEP* e *LEPR*, respectivamente, são fortes genes candidatos para auxílio no processo de seleção assistida por marcadores moleculares. Isso porque codificam proteínas de grande importância que atuam diretamente na deposição de gordura, metabolismo, apetite e muitas outras funções, além de estarem associados a muitas características fenotípicas importantes, como rendimento de coxa e sobrecoxa.

REFERÊNCIAS

ADACHI, H.; MURASE, D.; OHKUBO, T. **Inhibitory mechanism of signal transduction through chicken leptin receptor by suppressor of cytokine signaling 3 (SOCS3)**. *Japan Poultry Science*, v. 50, p. 262-269, 2013.

ADACHI, H. et al. **Chicken leptin receptor is functional in activating JAKSTAT pathway in vitro**. *Journal of Endocrinology*, v. 197, p. 335-342, 2008.

ALMEIDA, E.C. J. **Diversidade fenotípica de frangos nativos da raça Peloco com base em descritores fenotípicos sob análise multivariada**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado Genética, Biodiversidade e Conservação) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

BETT, H.K.; PETERS, K.J.; BOKELMANN, W. **Hedonic price analysis to guide in breeding and production of indigenous chicken in Kenya**. *Livestock Research for Rural Development*, v. 23, n. 142, 2011.

CAETANO, A.R. **Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p. 64-71, 2009.

CARO, J.R. et al. **Leptin: the tale of obese gene**. *Diabetologia Heidelberg*, v. 45, p. 1455-1462, 1996.

CARVALHO, D. A. **Variabilidade genética e fenotípica de galinhas caipiras da raça nativa Canelas-Preta**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do

Jequitinhonha e Mucuri, 2016.

CARVALHO, D.A. et al. **Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas caipiras Canela-Preta no Estado do Piauí.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.11, p.1899-1906, 2016.

CARVALHO, T. D. et al. **Association of polymorphisms in the leptin and thyroglobulin genes with meat quality and carcass traits in beef cattle.** Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa - MG, v. 41, n. 10, p. 2162-2168, out. 2012.

CLEMENTINO, C.S. **Caracterização genética de galinhas naturalizadas na região Meio-Norte do Brasil com uso de microssatélites.** 2010. 93p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal) - Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 2010.

CRESPI, E. J.; DENVER R. J. **Leptin (ob gene) of the South African clawed tree frog *Xenopus laevis*.** Proceedings of the National Academy of Sciences. USA., v. 103, p. 10092–10097, 2006.

DRIDI, S. et al. **Mode of leptin action in chicken hypothalamus.** *Brain Research*, v.1047, p. 214-223, 2005.

DUNN, I.C. et al. **Waddington New hypotheses on the function of the avian shell gland derived from microarray analysis comparing tissue from juvenile and sexually mature hens.** *General and Comparative Endocrinology*, v. 163, p. 225–232, 2009.

ELMQUIST, J. et al. **Unraveling the central nervous system pathways underlying responses to leptin.** *Nature Neuroscience*, v. 1, p. 445-450, 1998.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. **Decision tools for family poultry development. FAO Animal Production and Health Guidelines.** Rome, Italy, n. 16, 2014.

HAYES, M. R. et al. **Endogenous leptin signaling in the caudal nucleus tractus solitarius and area postrema is required for energy balance regulation.** *Cell Metabolism*. v. 11, p. 77-83, 2010.

JÚNIOR, M.B.S. **Triagem e validação de SNPs para uso em seleção assistida por marcadores moleculares em ovinos Santa Inês.** 2018.68p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento) - Pós-Graduação de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI, 2018.

KORDONOWY, L. L.; MCMURTRYJ, P.; WILLIAMST, D. **Variation in plasma leptin-like immune reactivity in free-living European starlings (*Sturnus vulgaris*).** *General and Comparative Endocrinology*, v. 166, p. 47-53, 2010.

LIAO, Q.Y. et al. **What causes H5N1 avian influenza? Lay perceptions of H5N1 aetiology in South East and East Asia.** *Journal of Public Health*, v. 31, n. 4, p. 573–581, 2009.

LIU, X. et al. **Molecular cloning and tissue distribution of a short form chicken leptin receptor mRNA.** *Domestic Animal Endocrinology*, v.32, p. 155-166, 2007.

LOO, E.J.V. et al. **Consumers' willingness to pay for organic chicken breast: Evidence from choice experiment.** *Food Quality and Preference*, v. 22, p. 603-613, 2011.

MARIANTE, A.S. et al. **Managing genetic diversity and society needs.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa - MG, v. 37, p. 127-136, 2008.

MOUJAHID, E. M. et al. **Association of leptin receptor gene polymorphisms with growth and feed efficiency in meattype chickens.** *Poultry Science*, v. 93, n.8, p.1910-1915, 2014.

- MULLIS, K.B. **The unusual origin of the Polymerase Chain Reaction**. *Scientific American*, v. 262, p. 36-42, 1990.
- NINOV, K. **Identificação de polimorfismos no gene da leptina e de seu receptor em duas linhagens de aves e associação com características de desempenho e carcaça**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Piracicaba, 2006.
- NINOV, K. et al. **Investigation of leptin gene in broiler and layer chicken lines**. *Scientia Agricola*, v. 65, 2008.
- OHKUBO, T.; ADACHI, H. **Leptin signaling and action in birds**. *Japan Poultry Science*, v. 45, p. 233-240, 2008.
- OHKUBO, T.; TANAKA, M.; NAKASHIMA, K. **Structure and tissue distribution of chicken leptin receptor (cOb-R) mRNA**. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1491, p. 303-308, 2000.
- PADHI, M. K. **Importance of Indigenous Breeds of Chicken for Rural Economy and Their Improvements for Higher Production Performance**. *Scientifica*, v. 2016, 2016. 9 p.
- PARK, K. S. et al. **Polymorphisms in the leptin receptor (LEPR)-putative association with obesity and T2DM**. *Human Genetics*, v. 51, p. 85-91, 2006.
- PEIXOTO, J. O. et al. **Association between leptin gene single nucleotide polymorphisms and carcass traits in pigs**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa - MG, v. 38, n. 2, p. 271-276, fev. 2009.
- PITEL, F. et al. **Is there a leptin gene in the chicken genome? Lessons from phylogenetics, bioinformatics and genomics**. *General and Comparative Endocrinology*, v. 167, p. 1-5, 2010.
- QUILLFELDT, P. et al. **Relationship between plasmaleptin-like protein levels, begging and provisioning in nestling thin-billed prions *Pachyptila belcheri***. *General and Comparative Endocrinology*, v. 161, p. 171-178, 2009.
- RASMUSSEN, H. B. **Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of PCR-Amplified Fragments (PCR-RFLP) and Gel Electrophoresis: Valuable Tool for Genotyping and Genetic Fingerprinting**. In: MAGDELDIN, S. (Ed.). *Gel Electrophoresis: Principles and Basics*. Rijeka, Croácia: InTech, 2012. p. 315-334.
- ROTHSCHILD, M.F.; SOLLER, M. **Candidate gene analysis to detect gens controlling of economic importance in domestic livestock**. In: *Simpósio internacional de genética e melhoramento animal*. 1999. Viçosa. Anais. Viçosa - MG, 1999, p. 218-242.
- SENA, S.L. **Estudo genômico aplicado ao melhoramento genético de ovinos Santa Inês para características de carcaça**. 2019. 117p. Tese. (Doutorado Ciência Animal) - Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI, 2019.
- SHIZ, D. et al. **Effects of immunization against leptin on feed intake, weight gain, fat deposition and laying performance in chickens**. *British Poultry Science*, v. 47, p. 88-94, 2006.
- SONAIYA, F. **Smallholder family poultry as a tool to initiate rural development**. In: *International Conference Poultry in the Twenty-first Century: avian influenza and beyond*. Bangkok, Thailand: FAO, 2008.
- MAGOTHE, T.M. et al. **Indigenous chicken production in Kenya: current status**. *World's Poultry Science Journal*, v. 68, n. 1, p. 119-132, 2012.

TARTAGLIA, A. et al. **Identification and expression cloning of a leptin receptor, OB-R.** *Cell*, v. 83, p. 1263-1271, 1995.

YOSEFIS, H. et al. **Lack of leptin activity in blood samples of Adelie penguin and bar-tailed godwit.** *Journal of Endocrinology*, v. 207, p. 113-122, 2010.

ZHANG, Y. et al. **Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue.** *Nature*, London, v.372, p.425-432, 1994.