

Avanços no melhoramento genético de ovinos da raça Santa Inês

Luciano S. Sena¹
Laylson da S. Borges¹
Artur O. Rocha¹
Geandro C. Castro¹
José L. Sarmiento¹

¹ Universidade Federal do Piauí

RESUMO

Há décadas, os princípios de melhoramento genético têm sido aplicados de forma bem sucedida na produção de diferentes espécies de interesse pecuário. Esse sucesso se deve em grande parte ao desenvolvimento de métodos estatísticos, ferramentas computacionais e de biologia molecular. De modo geral, as cadeias produtivas que mais investiram em melhoramento genético são as que mais se desenvolveram e proporcionam maior retorno econômico atualmente. Embora a ovinocultura represente uma das principais atividades pecuárias destinadas à produção de proteína animal no mundo, a maior parte dos rebanhos ovinos, principalmente em países subdesenvolvidos, ainda não participa de programas de melhoramento genético. Isto resulta em menor aproveitamento do potencial econômico que esta atividade tem, frente à crescente demanda por produtos oriundos da ovinocultura por consumidores de diferentes culturas e níveis sociais. No caso do Brasil, a raça ovina nativa Santa Inês é considerada como a que apresenta maior potencial para atender às demandas do mercado consumidor por qualidade e quantidade de carne ovina. Esta raça apresenta atributos que a destacam em relação às demais raças locais e exóticas criadas no país. Contudo, devido à baixa estruturação da ovinocultura brasileira e à carência de programas de melhoramento genético de ovinos no Brasil, a produção de carne ovina no país é insuficiente até mesmo para atender à demanda interna. Na tentativa de solucionar esta situação, várias iniciativas já têm sido tomadas, principalmente, no âmbito da pesquisa, na tentativa de fomentar a produção de carne ovina com utilização de recursos genéticos locais, com destaque para a raça Santa Inês. No entanto, ainda há necessidade de maiores investimentos por parte das autoridades competentes, assim como de pesquisadores e pecuaristas, para viabilizar a aplicação prática dos resultados das pesquisas, principalmente, daquelas focadas no melhoramento genético dos rebanhos ovinos.

Palavras-chave: ovinocultura, progresso genético, raças nativas

Advances in genetic improvement of the Santa Inês sheep breed

ABSTRACT

For decades, the principles of genetic improvement have been successfully applied in the production of different livestock species. This success is largely due to the development of statistical methods, computational tools and molecular biology. In general, the production chains which have invested the most in genetic improvement are the ones that developed the most and are providing the greatest economic return today. Sheep farming represents one of the main livestock activities responsible for the production of animal protein in the world. However, most of the sheep flocks, mainly in developing countries, still do not participate in breeding programs. As a result, the economic potential that the sheep farming may achieve is less used, once the growing demand for sheep farming products are coming from consumers of different cultures and social levels. In Brazil, the Santa Inês native sheep breed is considered to have the greatest potential to meet the demands of the consumer market for quality and quantity of sheep meat. This breed has attributes that set it apart from other native and exotic breeds raised in the country. However, due to the low structure of the Brazilian sheep industry and the lack of sheep breeding programs in Brazil, the sheep meat production in the country is insufficient even to meet the domestic demand. In an attempt to solve this situation, several initiatives have already been taken, in particular, within the scope of research. Those initiatives represent efforts to promote the production of sheep meat using native genetic resources, with emphasis on the Santa Inês breed. However, there is still a need for greater investments on the part of the competent authorities, researchers and producers in order to enable the practical application of the results of the research, especially those focused on the genetic improvement of sheep flocks.

Key words: genetic progress, native breeds, sheep farming



INTRODUÇÃO

Há décadas, a pecuária tem se beneficiado do uso de técnicas de melhoramento genético, com destaque para as cadeias produtivas de bovinos, suínos e aves. A espécie ovina (*Ovis aries*) também tem sido favorecida pelo melhoramento genético, principalmente em países desenvolvidos, embora em escala bem menor que as espécies mencionadas anteriormente. Apesar dos obstáculos da ovinocultura, a carne ovina atualmente está entre as quatro mais consumidas no mundo (FAO, 2019).

Devido à importância da ovinocultura para o fornecimento de proteína e à necessidade de melhorias para tornar este setor mais competitivo, várias pesquisas sobre melhoramento genético já geraram resultados que foram aplicados no setor produtivo. Contudo, ainda há muito a ser feito para expandir a conscientização dos ovinocultores e instituições competentes sobre a importância de investimentos na avaliação genética de rebanhos ovinos, principalmente em países em desenvolvimento (Lôbo e Lôbo, 2012).

No Brasil, pratica-se a ovinocultura, principalmente, para a produção de carne, com uso de raças deslanadas, que são mais adaptadas às condições de clima tropical do país. Neste contexto, tem se destacado a raça Santa Inês, originada na região Nordeste a partir de cruzamentos intercorrentes das raças Somalis Brasileira, Bergamácia, Morada Nova e ovinos Sem Padrão Racial Definido (ABSI, 2019; ARCO, 2019).

Devido a seu notável tamanho corporal, taxa de crescimento, adaptabilidade, capacidade reprodutiva, entre outros aspectos, o ovino Santa Inês tem despertado, há décadas, o interesse de criadores de diferentes regiões do Brasil (Sousa et al., 2003; Lôbo e Lôbo, 2012). Esta raça é criada também em outros países da América do Sul, México e África do Sul (Santana Jr et al., 2013).

Vários estudos já demonstraram que os atributos da raça Santa Inês favorecem sua inclusão em programas de melhoramento genético para a produção de carne. Contudo, ainda há carência de programas de melhoramento genético desta raça (Lobo, 2019), que possam contribuir para melhor aproveitamento de seu potencial e, consequentemente, aumentar a valorização dos produtos oriundos de sua produção.

Dado o exposto, esta revisão tem como objetivo mostrar alguns dos principais aspectos relacionados à importância econômica da criação comercial de ovinos e alguns dos principais conceitos relacionados à aplicação do melhoramento genético na ovinocultura de corte, com destaque para iniciativas destinadas à raça Santa Inês.

IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO DE CARNE OVINA

A preferência de consumidores pela carne ovina ao redor do mundo varia de acordo com fatores históricos, econômicos, sociais e geográficos (Locke e O'Connor, 2017). O moderno setor de varejo, hotéis e restaurantes de luxo têm dado grande contribuição para o aumento da demanda por este produto (Colby, 2015). Nos países subdesenvolvidos, o consumo de carne ovina também está aumentando, principalmente, devido ao aumento do poder aquisitivo da população (Locke e O'Connor, 2017).

Em 2018, o valor econômico da carne ovina superou os preços das outras três principais categorias de carne mais

consumidas mundialmente (bovinos, suínos e aves). Esse aumento no preço da carne ovina foi resultado de forte demanda por importação, combinada com o fornecimento limitado desse tipo de carne pela Oceania (FAO, 2019). A FAO contabiliza carne caprina e ovina apenas na categoria "carne ovina".

A produção mundial de carne ovina em 2018 foi estimada em 15,2 milhões de t (FAO, 2019). Os países de destaque na produção e comércio dessa categoria de carne situam-se na Ásia, Oceania, União Europeia, Oriente Médio e Norte da África. No continente americano, apenas o Uruguai é destaque mundial na exportação do produto, porém não se destaca como produtor ou importador (FAO, 2019).

Algumas previsões indicam que a taxa de produção mundial de carne ovina será maior na década 2018 a 2027, em relação à década anterior, e que os países em desenvolvimento serão os principais responsáveis por esse aumento (OECD/FAO, 2018). De acordo com previsões da OECD/FAO (2016), 6,7 bilhões de pessoas habitarão os países em desenvolvimento em 2025.

A carne ovina, provavelmente, continuará representando apenas aproximadamente 5% da proteína animal consumida mundialmente, na próxima década (Locke e O'Connor, 2017). Contudo, estes autores consideram esta previsão interessante, pois não há questões religiosas envolvidas no consumo de carne ovina e este produto é um dos favoritos dos consumidores nos centros em que há maior crescimento populacional e diferentes grupos étnicos convivendo em conjunto.

SITUAÇÃO DA OVINOCULTURA DE CORTE BRASILEIRA

O Brasil foi o maior produtor de carne ovina da América Latina nos últimos anos, porém, a exportação de carne ovina brasileira está estabilizada abaixo de 1.000 t desde 2008 (OECD/FAO, 2018). Entre 2015 e 2017, em média 125 mil t de carne ovina foram consumidas pela população brasileira. A projeção da OECD/FAO é de que esse consumo aumentará para 134 mil t até 2027.

De acordo com o IBGE (2018), o contingente de ovinos criados no Brasil é de algo em torno de 18 milhões, dos quais aproximadamente 64% são destinados, principalmente, à produção de carne na região Nordeste, onde o contingente do rebanho ovino aumentou de 7,8 milhões, em 2006, para mais de 9 milhões, em 2017.

Apesar da expressividade na produção brasileira de ovinos de corte, o consumo per capita estimado ainda é baixo (0,6 kg pessoa⁻¹ ano⁻¹), se comparado às estimativas para as carnes de aves (43,9 kg), bovina (37,1 kg) e suína (14,8 kg). Estas estimativas são baseadas em dados da OECD/FAO (2018), considerando a população de 208 milhões de habitantes no Brasil em 2017.

A cadeia de produção de ovinos no Brasil ainda apresenta baixo nível de organização, o que tem estimulado a necessidade de importação de carne ovina (Lobo, 2019). Essa importação diminuiu nos últimos anos, mas ainda correspondeu a uma média de 6 mil t entre 2015 e 2017, e tem previsão de ser de aproximadamente 5 mil t em 2027 (OECD/FAO, 2018).

A ovinocultura brasileira ainda tem espaço para melhorar substancialmente a competitividade no setor de produção de proteína animal (Lucena et al., 2018), inclusive frente a mercados de países como Austrália e Nova Zelândia, que avançaram muito no melhoramento genético de

características de produção em ovinos, como pode ser visto nos estudos de Rowe (2010), Pickering et al. (2013) e Brito et al. (2017), por exemplo.

Para atender à demanda interna e se tornar mais competitiva no mercado internacional, a ovinocultura brasileira necessita de mudanças importantes no setor produtivo, juntamente com um aumento considerável no efetivo do rebanho de ovinos (Lobo, 2019). Para tanto, há a necessidade da concentração de esforços e recursos para a implantação e expansão de programas de melhoramento genético de ovinos de corte.

ALGUNS RESULTADOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO NA OVINOCULTURA DE CORTE

Até o momento, o melhoramento genético de ovinos proporcionou menores impactos no setor produtivo, em comparação a aves de corte, bovinos leiteiros e suínos, por exemplo. Um dos resultados mais notáveis do melhoramento genético na ovinocultura está na Nova Zelândia, onde a seleção genética resultou em aumento de 83% em kg de cordeiro produzido por ovelha e 28% (+4,1 kg) de aumento no peso de carcaça, entre 1990 e 2012 (Brito et al., 2017).

No Brasil, o melhoramento genético de ovinos foi realizado inicialmente para produção de lã. Na década de 1990, com a crise no mercado da lã, surgiram iniciativas visando o melhoramento genético da carne ovina (Lôbo e Lôbo, 2012). Desde então, pouco progresso genético foi observado na prática, embora várias pesquisas mostrem a viabilidade do melhoramento genético de ovinos de corte no país (Lôbo et al., 2014).

Até o início dos anos 2000, os resultados de melhoramento genético na pecuária foram alcançados, em sua maioria, com uso de métodos tradicionais, ou seja, com base apenas no fenótipo e informações de pedigree. Contudo, a eficiência desses métodos diminui quando se considera características de difícil mensuração, com baixa herdabilidade, ou que não podem ser mensuradas rapidamente, a baixo custo e de maneira correta em muitos animais (Eggen, 2012).

Neste sentido, uma alternativa que tem sido utilizada amplamente consiste na seleção com auxílio de informações genômicas, que se baseiam, principalmente, em dados de polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) (Meuwissen et al., 2016). Ao avaliarem a eficiência da predição genômica em ovinos avaliados para características de carcaça, na Austrália, Daetwyler et al. (2012) observaram ganho médio de 0,20 (0,07 a 0,31) no valor da acurácia, com uso de informação genômica, e acurácia de predição média de 0,09, com uso do método BLUP (Melhor Estimador Linear Não Viesado).

Shumbusho et al. (2013) relataram ganhos genéticos anuais de até 17,9%, ao compararem a utilização de um modelo genômico aos esquemas tradicionais de melhoramento genético de ovinos de corte, na França. Na avaliação genética de ovinos Romney, na Nova Zelândia, o intervalo de geração reduziu de 2 para 1 ano para os reprodutores avaliados, com inclusão de informação genômica (Pickering et al., 2013).

A seleção genômica ainda apresenta limitações para aplicação na ovinocultura e tem sido aplicada no setor produtivo, praticamente, apenas em países desenvolvidos (Rupp et al., 2016). Contudo, a seleção genômica ainda é a única ferramenta que pode viabilizar a melhoria genética de rebanhos com escassez de dados de fenótipo e pedigree

(Zvinorova et al., 2016), como é a situação predominante no caso de países subdesenvolvidos (Mrode et al., 2018).

PRINCIPAIS DESAFIOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE OVINOS DE CORTE NO BRASIL

Escrituração zootécnica e disponibilidade de dados

A disponibilidade de dados fenotípicos é imprescindível para a seleção eficiente de animais geneticamente superiores. A ausência de dados confiáveis impossibilita a execução de programas de melhoramento genético e entrava a realização de pesquisas. Na ovinocultura brasileira, ainda há necessidade de adoção de escrituração zootécnica rigorosa e bem estabelecida para suprir a carência de informações produtivas e pesquisas (Lobo, 2019).

Embora o fenótipo não seja um preditor perfeito do valor genético de um animal, as metodologias convencionais de melhoramento genético têm sido eficientes no melhoramento de várias características sob seleção em diferentes espécies. Por outro lado, a limitação na obtenção de informação fenotípica sobre carcaça e qualidade de carne, por exemplo, é uma das maiores restrições para o melhoramento genético dessas características (Navajas, 2014).

Para avaliação de qualidade de carne e do potencial genético dos animais com base neste tipo de característica, há a necessidade de abate e realização de testes de progênie. Entretanto, técnicas como ultrassonografia em tempo real (UTR) permitem a inclusão da composição de carcaça nos esquemas de seleção com uso de medidas coletadas *in vivo* em animais candidatos à seleção (Suguisawa et al., 2009).

Sob o ponto de vista do melhoramento genético de características de carcaça, a UTR apresenta vantagens em evitar o atraso em tempo e os gastos elevados em testes de progênie, assim como de possibilitar a obtenção de medidas em um grande número de animais de elite que são selecionados para fins de reprodução (Souza et al., 2016).

Alguns pontos importantes a serem considerados na avaliação de carcaça por UTR são: realização por técnicos treinados; o preço de um aparelho de ultrassom; a logística necessária para a coleta de dados; e a seleção com base em estimativas de valores genéticos oriundos de mensurações coletadas em animais jovens, que podem ter variação em seu mérito genético ao longo da vida.

Para a avaliação acurada de animais jovens, uma alternativa seria genotipar os animais do rebanho. A inclusão de informação genômica pode permitir a predição mais acurada do valor genético, inclusive para animais que ainda não dispõem de informação fenotípica. Isso possibilita o aumento do progresso genético e diminuição do intervalo de geração, devido à seleção ou descarte precoce dos animais (Meuwissen et al., 2016).

Para maior aproveitamento dos benefícios da seleção genômica, no caso do Brasil, o setor da ovinocultura de corte ainda apresenta aspectos que necessitam de melhorias, como: tamanhos de populações de referência (animais com informação fenotípica e genotípica); coleta eficiente de dados fenotípicos; registros genealógicos dos rebanhos; e custo da genotipagem em relação ao valor comercial do animal.

Investimentos em melhoramento genético e escolha de raças adequadas

Com os avanços em genética, bioinformática e ferramentas para coleta de dados, as possibilidades de avaliação de maior

número de animais e fenótipos aumentaram. No entanto, o excesso de informações aumenta a complexidade em relação à tomada de decisões pelos produtores, no sentido de atender suas expectativas com a atividade praticada e às exigências do mercado consumidor (Martin-Collado et al., 2018).

Neste sentido, o papel de instituições de pesquisa e ensino é fundamental para a capacitação de profissionais para atuarem em áreas como melhoramento genético. Além disso, é importante o desenvolvimento de recursos que facilitem a utilização de informações pelos produtores, para garantir que suas decisões promovam a melhoria genética de seu rebanho.

Para atender a demandas como essas, são necessários maiores investimentos por parte de órgãos públicos e privados. No Brasil, os recursos destinados a pesquisas e implantação de programas de melhoramento genético de ovinos são quase totalmente oriundos de fundos do governo (Lobo, 2019).

O autor supracitado relata que vários criadores e agentes públicos têm buscado o melhoramento genético dos rebanhos ovinos apenas pela distribuição de material exótico entre produtores de diferentes níveis. Contudo, as ações de melhoramento genético de raças ovinas no Brasil devem considerar os diferentes recursos genéticos disponíveis, com prioridade para os nativos, em sistemas de criação que possibilitem a participação ampla das partes interessadas (Lôbo e Lôbo, 2012; Lobo, 2019).

RAÇA SANTA INÊS NO CONTEXTO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE OVINOS NO BRASIL

Há décadas, a raça Santa Inês tem a preferência entre os pecuaristas e pesquisadores interessados na criação ou pesquisa de ovinos de corte, devido aos atributos vantajosos desta raça em relação a outras raças ovinas criadas no Brasil (Lôbo e Lôbo, 2012). A raça Santa Inês apresenta aspectos notáveis, como tamanho corporal, taxa de crescimento, adaptabilidade e capacidade reprodutiva (Sousa et al., 2003).

O desempenho de indivíduos puros da raça Santa Inês tem se mostrado igual ou superior em relação a outras raças ovinas puras criadas no Brasil e a cruzamentos envolvendo a Santa Inês (McManus et al., 2009a,b; Furusho-Garcia et al., 2010; Ribeiro e González-García, 2016; Cartaxo et al., 2017; Esteves et al., 2018; Issakowicz et al., 2018; Figueiredo et al., 2019; Paim et al., 2019a). Todavia, a insistência em cruzar ovinos exóticos com animais da raça Santa Inês marcam a história desta raça.

O bom desempenho observado em animais mestiços na primeira geração de cruzamento entre duas raças puras, por conta do efeito de heterose, faz com que indivíduos mestiços sejam frequentemente usados na reprodução. Contudo, o efeito da heterose diminui pela metade a cada geração de cruzamento e causa redução no desempenho dos mestiços (Wakchaure et al., 2015). Na raça Santa Inês, por exemplo, o uso inadequado de cruzamentos contribuiu para a diminuição do efetivo de ovinos puros e para a formação de diferentes ecótipos (McManus et al., 2010).

Ao longo do tempo, algumas alterações no padrão racial foram adquiridas pela raça Santa Inês, devido à influência das raças que lhe originaram (Paiva et al., 2005). Os diferentes padrões da raça são denominados como velho (VSI) e novo Santa Inês (NSI). O VSI era caracterizado por animais menores e mais rústicos (Carneiro et al., 2010), com medidas morfoestruturais inferiores às do NSI (Lira et al., 2017).

Por décadas, a seleção da raça Santa Inês tem priorizado tamanho e peso corporal (Costa Júnior et al., 2006; Teixeira Neto et al., 2016). O tamanho e o peso corporal de ovinos desta raça ainda se encontram em processo de evolução (Teixeira Neto et al., 2016). Estes autores relataram que o aumento no peso corporal pode ser decorrente da seleção de animais mais pesados ou mais precoces para a reprodução.

Aguirre et al. (2016) observaram tendência genética negativa, irregular ou nula para peso ao nascimento, peso à desmama e efeito materno de ganho médio de peso do nascimento até a desmama, na raça Santa Inês. Estes autores recomendaram a utilização destas características como critérios de seleção para a melhoria dos aspectos produtivos.

Por outro lado, no estudo citado anteriormente, os autores relataram melhoria genética para peso do cordeiro aos 180 e 270 dias de idade, assim como para ganho de peso entre a desmama e 270 dias de idade, e para musculosidade da perna aos 9 meses de idade. Os resultados indicaram que a seleção foi realizada para a melhoria das características pós-desmama na população e que o processo seletivo deveria continuar.

Nos mesmos rebanhos avaliados no estudo citado acima, Aguirre et al. (2017) relataram tendência genética desfavorável para características relacionadas à prolificidade. Por outro lado, tendências genéticas favoráveis foram identificadas para idade ao primeiro parto e sobrevivência dos cordeiros. Os autores sugeriram mudanças nas condições ambientais e seleção para características específicas, para diminuir o intervalo de gerações e melhorar a produtividade e tendências genéticas da população.

Alguns trabalhos conduzidos para avaliação de carcaça com uso de UTR mostraram que medidas do olho de lombo (*Longissimus dorsi*) apresentam variabilidade genética suficiente para serem utilizadas na seleção para melhoria de carcaça nos animais da raça Santa Inês (Sena et al., 2016; Figueiredo Filho et al., 2016, 2017).

De modo geral, os ovinos da raça Santa Inês ainda necessitam de rigoroso processo de seleção a fim de atingirem maiores taxas de crescimento, carcaças de melhor qualidade e maior rendimento. Além disso, ainda há necessidade de melhoria de suas características naturais de adaptabilidade e rusticidade, para se tornarem mais atraentes que algumas raças exóticas que foram melhoradas geneticamente visando atender às demandas de mercado.

Essas características são difíceis de melhorar utilizando métodos clássicos de seleção, principalmente quando a seleção é praticada apenas para caracteres morfológicos e padrões de beleza racial, o que é comum no Brasil, pela aquisição de animais em feiras e leilões (Alves et al., 2016).

Melhoramento genético da raça Santa Inês na Era Genômica

Nas últimas décadas, alguns dos principais pesquisadores brasileiros que trabalham com melhoramento genético de ovinos têm desenvolvido trabalhos, principalmente, sobre a caracterização genética das diferentes raças criadas no país, assim como sobre a utilização de metodologias estatísticas mais adequadas para a avaliação genética e seleção de animais (Lôbo et al., 2010; McManus et al., 2010).

Vários desses estudos têm avaliado a inclusão de informações oriundas do DNA na avaliação genética e têm mostrado benefícios da utilização de dados genômicos no melhoramento genético de ovinos. Neste contexto, trabalhos com a raça Santa Inês já têm sido conduzidos com inclusão de dados genômicos, como por exemplo, Biagiotti (2016), Berton et al. (2017, 2019), Amorim et al. (2018) e Sena et al. (2019).

Esses estudos já mostraram resultados que podem ser importantes para o melhor entendimento da arquitetura

genética de diferentes características de interesse comercial em ovinos de corte, assim como para a seleção mais eficiente de animais da raça Santa Inês para diferentes características de importância econômica.

Na maior parte das pesquisas sobre a raça Santa Inês com inclusão de informação genômica, o painel OvineSNP50 (Illumina Inc.) tem sido utilizado. Alguns autores recomendam a utilização de chips com densidade maiores que a desse painel, para aumentar a acurácia de predição genômica em ovinos (Rupp et al., 2016), inclusive na raça Santa Inês (Alvarenga et al., 2018).

Por outro lado, em estudos sobre resistência a verminose (Berton et al., 2017, 2019) e características reprodutivas (Amorim et al., 2018), na raça Santa Inês, resultados satisfatórios na identificação de regiões genômicas associadas às características em estudo e estimação de parâmetros genéticos foram encontrados com a utilização de um painel de baixa densidade, com 12.785 SNPs.

De modo geral, os custos de genotipagem em ovinos ainda são maiores que o valor econômico dos animais desta espécie. Neste sentido, algumas pesquisas estão sendo conduzidas para o desenvolvimento e validação de um painel de SNPs de baixa densidade para rastreabilidade e certificação de origem de algumas raças ovinas brasileiras, incluindo a Santa Inês (Paim et al., 2019b).

PRINCIPAIS PESQUISAS SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DA RAÇA SANTA INÊS

Atualmente, as principais pesquisas relacionadas ao melhoramento genético da raça Santa Inês são coordenadas por pesquisadores ligados a instituições de pesquisa como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Empresa Paraibana de Pesquisa e Extensão Rural e Regularização Fundiária (Empaer).

Além disso, se destacam pesquisas realizadas em instituições de ensino como: Instituto de Zootecnia do Governo do Estado de São Paulo (IZ); Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF); Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB); Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG); Universidade Federal da Bahia (UFBA); Universidade Federal do Piauí (UFPI); e Universidade de São Paulo (USP).

Os principais financiadores de pesquisas com a raça Santa Inês são o governo federal e agências de fomento como as Fundações estaduais de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico. As pesquisas na raça Santa Inês também têm recebido apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA) do CNPq, que é coordenado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

As principais características avaliadas em pesquisas sobre melhoramento genético da raça Santa Inês são relacionadas a: melhoria de carcaça e carne (Sena et al., 2016; Figueiredo Filho et al., 2017; Rovadoscki et al., 2018; Meira et al., 2019); reprodução (Aguirre et al., 2017; Amorim et al., 2018; Ribeiro et al., 2017, 2018); resistência a doenças (McManus et al., 2009b; Berton et al., 2017; Oliveira et al., 2018; Freitas et al., 2019); e desenvolvimento corporal (Carvalho et al., 2014; Barbosa et al., 2015; Aguirre et al., 2016; Sarmiento et al., 2016; Teixeira Neto et al., 2016; Amorim et al., 2018).

Alguns dos principais resultados mostrados nos trabalhos citados anteriormente e em outros estudos reforçam

o conhecimento sobre as potencialidades produtivas e adaptativas da raça Santa Inês nas diferentes regiões do Brasil e, portanto, são importantes para aumentar o incentivo de ações em prol da raça.

O grande número de criadores da raça Santa Inês que acredita no seu potencial deve servir como exemplo para direcionar a criação no sentido de produzir carne, aumentando o rebanho para este fim, dando maior atenção a investimentos em ações de melhoramento genético e continuidade à seleção de animais registrados. Deste modo, os produtores estarão contribuindo para o aumento do rebanho, de modo geral, e para a difusão do melhoramento genético da raça (Lima, 2012).

Assim, investimentos financeiros e pesquisas realizadas por parte das instituições competentes devem ser concentrados no sentido de mostrar a importância dessas pesquisas aos criadores e incentivar a aplicação de seus resultados no campo, para contribuir com o fortalecimento da cadeia produtiva da raça Santa Inês e da ovinocultura de corte brasileira como um todo.

FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA AUXILIAR A OVINO CULTURA DE CORTE NO BRASIL

Algumas ferramentas de inovação tecnológica têm sido desenvolvidas e/ou aprimoradas por equipes coordenadas por pesquisadores que atuam na região Nordeste do Brasil, com o objetivo de auxiliar os ovinocultores no controle zootécnico e genético dos rebanhos, assim como nas tomadas de decisão rotineiras em suas propriedades.

Como exemplo de ferramentas desenvolvidas por equipes pertencentes a algumas das instituições mencionadas anteriormente, merece destaque o Sistema de Gerenciamento de Rebanhos (SGR, <http://srvgen.cnpce.embrapa.br/sgr/>), desenvolvido e administrado pela Embrapa Caprinos e Ovinos (Sobral, CE). Esta ferramenta atende a programas de melhoramento genético, permitindo o registro, armazenamento e gerenciamento das informações geradas em rebanhos de caprinos e ovinos.

Outro exemplo é o software de gerenciamento de rebanhos caprinos e ovinos CAPRIOVI (<https://easii.ufpi.br/capriovi>), administrado por pesquisadores da UFPI. O CAPRIOVI possibilita ao produtor cadastrar informações no sistema, a partir das quais são gerados relatórios zootécnicos de produção, reprodução e genético, nos quais constam informações otimizadas, para facilitar o entendimento e a tomada de decisão do ponto de vista de produção (Borges et al., 2019).

Alguns programas de computador também têm sido elaborados por empresas brasileiras particulares para auxiliar os ovinocultores em trabalhos rotineiros, tomadas de decisão, avaliação de desempenho zootécnico e no melhoramento genético do rebanho. Como exemplo, merece ênfase o software Pecuária Brasil Ovinos (<https://www.pecuariabrasilassessoria.com.br/software-ovinos.php>).

Para avaliação de carcaça ovina, o software BIA PRO PLUS® (Designer Genes Technologies) auxilia pesquisadores brasileiros na captura, mensuração e armazenamento das imagens coletadas. Além disto, este software calcula o formato do músculo *Longissimus dorsi*, o que representa mais uma alternativa promissora na aceleração do melhoramento genético dos rebanhos, por permitir o cálculo do potencial de musculosidade de um animal jovem (Suguisawa et al., 2009).

PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE OVINOS SANTA INÊS: EXPERIÊNCIAS, SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Na América Latina, há escassez de programas de melhoramento genético de pequenos ruminantes, principalmente porque esses animais são, na maioria dos casos, criados por pequenos produtores. A maioria desses criadores desconhece os benefícios do melhoramento genético (Lôbo e Lôbo, 2012) e priorizam a minimização de custos para a produção em detrimento de maximizar receitas (Sarmiento e Sena, 2017).

No Brasil, várias tentativas de implantação de programas de melhoramento genético de ovinos da raça Santa Inês, por exemplo, não foram bem-sucedidas (Lôbo e Lôbo, 2012; Lôbo et al., 2014). O entendimento inadequado sobre como atingir o melhoramento genético (disseminação inadequada de material exótico) e alguns problemas financeiros são os principais motivos que contribuíram para os fracassos na implantação de programas de melhoramento genético de ovinos no país (Lobo, 2019).

Atualmente, conforme mencionado por Lobo (2019), os principais desafios para o estabelecimento e estruturação de programas de melhoramento genético de ovinos no Brasil são: grande extensão territorial; grande diversidade de raças e ecótipos; pouco interesse do setor privado; falta de organização entre os ovinocultores; pequenos sistemas de produção; e carência de financiamento e investimento do governo em desenvolvimento tecnológico.

A avaliação genética da raça Santa Inês é atualmente realizada apenas pelo Programa de Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos de Corte da Embrapa (GENECOC) e pela Associação Sergipana dos Criadores de Caprinos e Ovinos (ASCCO). O último sumário de reprodutores da raça Santa Inês publicado pela ASCCO, em parceria com a USP e outras instituições, dispõe de avaliações genéticas realizadas em 2012. No momento, o programa de melhoramento genético coordenado pela ASCCO passa por reestruturações.

Nos programas de melhoramento genético de ovinos de corte existentes ou que venham a ser implantados no Brasil, é interessante que se inclua informações de marcadores moleculares. Para o melhor aproveitamento dos benefícios do uso de informações moleculares, serão fundamentais investimentos para aumentar a quantidade de informações disponíveis para a avaliação, assim como melhor definição de quais características deverão ser coletadas, conforme o objetivo de seleção.

Com o aumento da demanda comercial e a diversidade de preferências de consumo de carne, a avaliação de novos fenótipos é importante para garantir o atendimento das demandas. Além disso, a avaliação de características ligadas à adaptação e eficiência alimentar é essencial, considerando as mudanças climáticas que estão previstas e as crescentes discussões sobre questões ambientais ligadas ao uso de recursos naturais.

Portanto, para que o melhoramento genético da raça Santa Inês tenha maior impacto na atividade pecuária brasileira, é necessário que haja uma contínua consolidação dos grupos de pesquisa atuais, surgimento de grupos com interesses no aprimoramento da raça, maior difusão tecnológica a campo e maior interesse por parte dos criadores e associações de criadores de ovinos, com foco na raça Santa Inês.

As prioridades de investimento devem ser direcionadas para a caracterização dos diferentes sistemas de produção de acordo com a realidade local, organização dos procedimentos de coleta de informações e bancos de dados (fenótipos, pedigree e DNA), treinamento de técnicos e produtores, e desenvolvimento ou aprimoramento de sistemas de gestão que priorizem a avaliação genética da raça Santa Inês.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração as previsões favoráveis relacionadas à valorização da carne ovina no contexto mundial, é de suma importância que haja maior valorização do ovino Santa Inês em todos os aspectos, principalmente em relação ao melhoramento de seu potencial genético.

O investimento em melhoramento genético da raça Santa Inês é uma condição indispensável para que os principais passos sejam dados no sentido de formalizar a cadeia produtiva e permitir o fornecimento de produtos certificados com o padrão de qualidade da raça. Isto, certamente, será um grande atrativo no mercado consumidor e poderá contribuir para atender à demanda interna pela carne ovina, assim como para a exportação deste produto.

REFERÊNCIAS

- ABSI – Associação Brasileira de Santa Inês. Origem da raça. Disponível em: <<http://www.absantaines.com.br/a-raca/origem>>. Acesso em novembro de 2019.
- Aguirre, E.L.; Mattos, E.C.; Eler, J.P.; *et al.* Estimation of genetic parameters and genetic changes for growth characteristics of Santa Ines sheep. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, n. 3, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15038910>.
- Aguirre, E.L.; Mattos, E.C.; Eler, J.P.; *et al.* Genetic parameters and genetic trends for reproductive traits of Santa Ines sheep kept in extensive environments in Brazil. *Journal of Animal Sciences and Livestock Production*, v. 1, n. 2:09, p. 1-7, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.21767/2577-0594.100009>.
- Alvarenga, A.B.; Rovadoscki, G.A.; Petrini, J.; *et al.* Linkage disequilibrium in Brazilian Santa Inês breed, *Ovis aries*. *Scientific Reports*, v. 8, n. 8851, p. 1-11, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27259-7>.
- Alves, A.A.C.; Lôbo, A.M.B.O.; Facó, O.; *et al.* Genetic parameters for rank of the Santa Inês sheep in agricultural fairs using Bayesian procedures. *Italian Journal of Animal Science*, v. 15, n. 4, p. 604-609, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/1828051X.2016.1248866>.
- Amorim, S.T.; Kluska, S.; Berton, M.P.; *et al.* Genomic study for maternal related traits in Santa Inês sheep breed. *Livestock Science*, v. 217, p. 76-84, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.011>.
- ARCO – Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Padrões raciais. Disponível em: <<http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais/40-santa-ines/>>. Acesso em novembro de 2019.
- Barbosa, L.T.; Santos, G.B.; Muniz, E.N.; *et al.* Genetic parameters for growth traits of Santa Ines sheep using Gibbs sampling. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 4, p. 211-216, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n423rc>.
- Berton, M.P.; Silva, R.M.O.; Peripolli, E.; *et al.* Genomic regions and pathways associated with gastrointestinal parasites resistance in Santa Inês breed adapted to tropical climate. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 8, n. 73, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0190-4>.

- Berton, M.P.; Silva, R.P.; Carvalho, F.E.; *et al.* Genetic parameter estimates for gastrointestinal nematode parasite resistance and maternal efficiency indicator traits in Santa Ines breed. *Journal Animal Breeding and Genetics*, v. 136, n. 6, p. 495-504, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1111/jbg.12424>.
- Biagiotti, D. Associação e seleção genômica ampla em ovinos Santa Inês para características relacionadas a resistência à endoparasitas. Teresina: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, 73 p. Tese de Doutorado, 2016. Disponível em: http://repositorio.ufpi.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1098/Tese_Daniel_Biagiotti.pdf?sequence=1.
- Borges, L.S.; Rocha, F.S.B.; Neri, V.S.; *et al.* Gestão zootécnica e genética informatizadas em pequenos ruminantes: uma revisão. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 13, n. 2, p. 251-257, 2019. Doi: <https://doi.org/10.26605/medvet-v13n2-3083>.
- Brito, L.F.; McEwan, J.C.; Miller, S.; *et al.* Genetic parameters for various growth, carcass and meat quality traits in a New Zealand sheep population. *Small Ruminant Research*, v. 154, p. 81-91, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.07.011>.
- Carneiro, H.; Louvandini, H.; Paiva, S.R.; *et al.* Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. *Small Ruminant Research*, v. 94, n. 1-3, p. 58-65, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.07.001>.
- Cartaxo, F.Q.; Sousa, W.H.; Cunha, M.G.G.; *et al.* Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 18, n. 2, p. 388-401, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402017000200017>.
- Carvalho, G.C.; Barbosa, L.T.; Oliveira, T.M.; *et al.* Estimação de parâmetros genéticos de ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos uni e bicaracterística. *Ciência Rural*, v. 44, n. 1, p. 111-116, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000100018>.
- Colby, L. World sheep meat market to 2025. Publicado em 2015. Disponível em: <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp-content/uploads/2016/01/World-sheep-meat-market-to-2025.pdf>. Acesso em outubro de 2019.
- Costa Júnior, G.S.; Campelo, J.E.G.; Azevêdo, D.M.M.R.; *et al.* Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2260-2267, 2006. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000800009>.
- Daetwyler, H.D.; Swan, A.A.; Van der Werf, J.H.J.; *et al.* Accuracy of pedigree and genomic predictions of carcass and novel meat quality traits in multi-breed sheep data assessed by cross-validation. *Genetics Selection Evolution*, v. 44, n. 33, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1186/1297-9686-44-33>.
- Eggen, A. The development and application of genomic selection as a new breeding paradigm. *Animal Frontiers*, v. 2, n. 1, p. 10-15, 2012. Doi: <https://doi.org/10.2527/af.2011-0027>.
- Esteves, G.I.F.; Peripolli, V.; Bergmann, C.; *et al.* Carcass and cut traits in nulliparous and lambed female sheep of different ages and genetic groups. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, p. e34862, 2018. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.34863>.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Meat Market Review, Março de 2019. Roma. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca3880en/ca3880en.pdf>. Acesso em novembro de 2019. Acesso em outubro de 2019.
- Figueiredo, G.C.; Rezende, M.P.G.; Figueiredo, M.P.; *et al.* Morphofunctional characteristics of Dorper sheep crossed with Brazilian native breeds. *Small Ruminant Research*, v. 170, p. 143-148, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.024>.
- Figueiredo Filho, L.A.S.; Do Ó, A.O.; Sarmiento, J.L.R.; *et al.* Genetic parameters for carcass traits and body size in sheep for meat production. *Tropical Animal Health and Production*, v. 48, p. 215-218, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0921-5>.
- Figueiredo Filho, L.A.S.; Sarmiento, J.L.R.; Do Ó, A.O.; *et al.* 2017. Estimate of genetic parameters for carcass traits and visual scores in meat sheep using Bayesian inference via threshold and linear models. *Ciência Rural*, v. 47, n. 3, e20160174, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160174>.
- Freitas, L.A.; Savegnago, R.P.; Oliveira, E.J.; *et al.* Inheritance, genetic correlation and cluster analyses of fecal egg count, packed cell volume and body weight in different ages using random regression model in Santa Ines sheep. *Small Ruminant Research*, v. 174, p. 57-61, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.03.011>.
- Furusho-Garcia, I.F.; Costa, T.I.R.; Almeida, A.K.; *et al.* Performance and carcass characteristics of Santa Inês pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1313-1321, 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000600021>.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017: resultados preliminares. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf. Acesso em setembro de 2018.
- Issakowicz, J.; Issakowicz, A.C.K.S.; Bueno, M.S.; *et al.* Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. *Scientia Agricola*, v. 75, n. 4, p. 288-295, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0505>.
- Lima, F.F.A. Rumo a um Santa Inês ainda mais forte. 2012. Disponível em: <http://www.absantaines.com.br/wp-content/uploads/2012/04/Rumo-a-um-Santa-In%C3%AAs-ainda-mais-forte..pdf>. Acesso em outubro de 2019.
- Lira, A.B.; Gonzaga Neto, S.; Sousa, W.H.; *et al.* Desempenho e características de carcaça de dois biótipos de ovinos da raça Santa Inês terminados a pasto suplementados com blocos multinutricionais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 18, n. 2, p. 313-326, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402017000200010>.
- Lôbo, A.M.B.O.; Facó, O.; Lôbo, R.N.B. Parcerias da Embrapa Caprinos e Ovinos com criadores de ovinos de corte para o melhoramento genético dos rebanhos nacionais. *Revista da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO)*, p. 26-28, 2014. Disponível em: <http://www.arcoovinos.com.br/images/revistas/Ed.06.pdf>. Acesso em julho de 2019.
- Lôbo, R.B.; Bittencourt, T.C.B.S.C.; Pinto, L.F.B. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 223-235 (supl. especial), 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300025>.
- Lôbo, R.N.B.; Lôbo, A.M.B.O. Evolução do melhoramento de caprinos e ovinos no Brasil. In: XIX Encontro de Genético do Nordeste, 2012, Petrolina. Anais do XIX Encontro de Genético do Nordeste. Petrolina: Sociedade Brasileira de Genética, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69764/1/AAC-Evolucao-do-melhoramento.pdf>. Acesso em outubro de 2019.
- Lobo, R.N.B. Opportunities for investment into small ruminant breeding programmes in Brazil. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. 136, n. 5, p. 313-318, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1111/jbg.12396>.
- Locke, R.; O'Connor, J. Meat & Livestock Australia, Market Information – Report Sheepmeat's unique global position. Publicado em 2017. Disponível em: <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices--markets/documents/trends-analysis/other-reportanalysis/sheepmeats-unique-global-position.pdf>. Acesso em outubro de 2019.
- Lucena, C.C.; Martins, E.C.; Magalhães, K.A.; *et al.* Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, n. 3, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185645/1/BoletimCIM3-2018.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

- Martin-Collado, D.; Byrne, T.J.; Diaz, C.; *et al.* Complexity of animal breeding choice making. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. 135, n. 6, p.1-15, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/jbg.12360>.
- McManus, C.; Paludo, G.R.; Louvandini, H.; *et al.* Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. *Tropical Animal Health and Production*, v. 41, p. 95-101, 2009a. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9162-1>.
- McManus, C.; Louvandini, H.; Paiva, S.R.; *et al.* Genetic factors of sheep affecting gastrointestinal parasite infections in the Distrito Federal, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 166, n. 3-4, p. 308-313, 2009b. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.037>.
- McManus, C.; Paiva, S.R.; Araújo, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 236-246 (supl. especial), 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300026>.
- Meira, A.N.; Montenegro, H.; Coutinho, L.L.; *et al.* Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone and IGF type-1 (IGF1) genes associated with carcass traits in Santa Ines sheep. *Animal*, v. 13, n. 3, p. 460-468, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001362>.
- Meuwissen, T.; Hayes, B.; Goddard, M. Genomic selection: A paradigm shift in animal breeding. *Animal Frontiers*, v. 6, n. 1, p. 6-14, 2016. Doi: <https://doi.org/10.2527/af.2016-0002>.
- Mrode, R.; Tarekegn, G.M.; Mwacharo, J.M.; *et al.* Invited review: Genomic selection for small ruminants in developed countries: how applicable for the rest of the world? *Animal*, v. 12, n. 7, p. 1333-1340, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731117003688>.
- Navajas, E.A. Animal breeding and genetics: DNA Markers and Marker-Assisted Selection in the Genomic Era. *Encyclopedia of Meat Sciences*, v. 1, n. 2, p. 12-18, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00002-7>.
- OECD/FAO (2016), OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris. Doi: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en.
- OECD/FAO (2018), OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, OECD Publishing, Paris/FAO, Rome. Doi: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en.
- Oliveira, E.J.; Savegnago, R.P.; Freitas, L.A.; *et al.* Estimates of genetic parameters and cluster analysis for worm resistance and resilience in Santa Inês meat sheep. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 12, p. 1338-1345, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001200006>.
- Paim, T.P.; Bianchini, E.; Esteves, G.; *et al.* Meat production performance from crossbreeding between locally-adapted hair sheep and specialized breeds. *Archivos de Zootecnia*, v. 68, n. 261, p. 46-52, 2019a. Doi: <https://doi.org/10.21071/az.v68i261.3938>.
- Paim, T.P.; McManus, C.; Vieira, F.D.; *et al.* Validation of a customized subset of SNPs for sheep breed assignment in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, e00506, 2019b. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00506>.
- Paiva, S.R.; Silvério, V.C.; Egito, A.A.; *et al.* Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 9, p. 887-893, 2005. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000900008>.
- Pickering, N.K.; Dodds, K.G.; Auvray, B.; *et al.* The impact of genomic selection on genetic gain in the New Zealand sheep dual purpose selection index. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, v. 20, p. 175-178, 2013. Doi: <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.3558.4723>.
- Ribeiro, E.L.A.; González-García, E. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. *Tropical Animal Health and Production*, v. 48, n. 7, p. 1305-1313, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1109-3>.
- Ribeiro, M.S.; Quirino, C.R.; Bartholazzi Junior, A.; *et al.* Biometry and ultrasound evaluation of testicles and accessory glands in Santa Ines rams. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 4, p. 317-323, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902017000400007>.
- Ribeiro, M.S.; Quirino, C.R.; Bartholazzi Junior, A.; *et al.* Repeatability and effect of age on reproductive characteristics in Santa Ines rams. *Archivos de Zootecnia*, v. 67, n. 257, p. 143-147, 2018. Disponível em: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3502/2133>>. Acesso em outubro de 2019.
- Rovadoscki, G.A.; Pertile, S.F.N.; Alvarenga, A.B.; *et al.* Estimates of genomic heritability and genome-wide association study for fatty acids profile in Santa Inês sheep. *BMC Genomics*, v. 19, n. 375, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12864-018-4777-8>.
- Rowe, J.B. The Australian sheep industry - undergoing transformation. *Animal Production Science*, v. 50, n. 12, p. 991-997, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN10142>.
- Rupp, R.; Mucha, S.; Larroque, H.; *et al.* Genomic application in sheep and goat breeding. *Animal Frontiers*, v. 6, n. 39, p. 39-44, 2016. Doi: <https://doi.org/10.2527/af.2016-0006>.
- Santana Jr, M.L.; Bignardi, A.B.; Eler, J.P.; *et al.* Genotype by environment interaction and model comparison for growth traits of Santa Ines sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v. 130, n. 5, p. 394-403, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/jbg.12029>.
- Sarmiento, J.L.R.; Torres, R.A.; Sousa, W.H.; *et al.* Random regression models for the estimation of genetic and environmental covariance functions for growth traits in Santa Ines sheep. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, p. 1/15025749-13, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15025749>.
- Sarmiento, J.L.R.; Sena, L.S. Avanços no melhoramento genético na América Latina e perspectivas futuras. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, v. 25, n. 1-2, p. 81-89, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6810397>>. Acesso em agosto de 2019.
- Sena, L.S.; Santos, G.V.; Torres, T.S.; *et al.* Genetic parameters for carcass traits and body size of meat sheep. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 4, p. 2477-2486, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2477>.
- Sena, L.S.; Sarmiento, J.L.R.; Brito, L.F.; *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para características de carcaça em ovinos Santa Inês com inclusão de informação genômica. In: XIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, Salvador, Bahia, 2019. Disponível em: <https://www.eventweb.com.br/sbma2019/home-event/schedule.php?q=&area=4&sessao=todas#trabalhos>>. Acesso em setembro de 2019.
- Shumbusho, F.; Raoul, J.; Astruc, J.M.; *et al.* Potential benefits of genomic selection on genetic gain of small ruminant breeding programs. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 8, p. 3644-3657, 2013. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-6205>.
- Sousa, W.H.; Lôbo, R.N.B.; Morais, O.R. Ovinos Santa Inês: estado de arte e perspectivas. In: Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SINCORTE, 2003. p. 501-522. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86181/1/AAC-Ovinos-Santa-Ines.pdf>>. Acesso em outubro de 2019.
- Souza, S.F.; Boaventura Neto, O.; Moreno, G.M.; *et al.* Aplicação da ultrassonografia para avaliação de condição corporal e acabamento de carcaça em pequenos ruminantes. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, v. 19, n. 3, p. 34-42, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162910/1/Aplicacao.pdf>>. Acesso em outubro de 2019.

- Sugisawa, L.; Marques, A.C.W.; Bardi, A.E.; *et al.* Utilização da ultra-sonografia como ferramenta para padronização de carcaças comerciais. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 3, n. 4, p. 55-65, 2009. Disponível em: <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-03-2009/volume-3-numero-4-dezembro-2009/tca06_carcaca.pdf>. Acesso em outubro de 2019.
- Teixeira Neto, M.R.; Cruz, J.F.; Carneiro, P.L.S.; *et al.* Evolução da biometria corporal de ovinos da raça Santa Inês. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 12, n. 2, p. 170-180, 2016. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/737/pdf>>. Acesso em outubro de 2019.
- Wakchaure, R.; Ganguly, S.; Praveen, P.K.; *et al.* Importance of heterosis in animals: A review. *International Journal of Advanced Engineering Technology and Innovative Science*, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2015. Disponível em: <<http://www.ijaetis.org/asset/images/uploads/144950552993.pdf>>. Acesso em março de 2020.
- Zvinorova, P.I.; Halimani, T.E.; Muchadeyi, F.C.; *et al.* Breeding for resistance to gastrointestinal nematodes – the potential in low-input/output small ruminant production systems. *Veterinary Parasitology*, v. 225, p. 19-28, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.05.015>.

