



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM GENÉTICA

RAQUEL LOREN DOS REIS

Tendência na Produção Científica no Contexto do Melhoramento

Genético em Bovinos de Corte:

Um Enfoque para Genes Relacionados à Qualidade de Carne

Goiânia

2013

RAQUEL LOREN DOS REIS

Tendência na Produção Científica no Contexto do Melhoramento

Genético em Bovinos de Corte:

Um Enfoque para Genes Relacionados à Qualidade de Carne

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Genética.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Flávia Melo Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi

Goiânia

2013

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Reis, Raquel Loren dos.

R375t Tendência na produção científica no contexto do
melhoramento genético em bovinos de corte: um enfoque para
genes relacionados à qualidade de carne [manuscrito] / Raquel
Loren dos Reis. – 2013.
76 f.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de
Goiás Mestrado em Genética, Goiânia, 2013.

“Orientador: Profa. Dra. Flávia Melo Rodrigues”.

“Co-orientador: Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi”.

1. Bovino de corte – Melhoramento genético. 2. Carne
bovina. I. Rodrigues, Flavia Melo. II. Gastaldi, Kleber Augusto.
III. Título.

CDU: 636.2(043)



**PUC
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Av. Universitária, 1999 - Sítio Universitário
Cidade Postal 88 - CEP 74099-010
Goiânia - Goiás - Brasil
Fone: (62) 3246.1072 - Fax: (62) 2946.1130
www.pucgoias.edu.br - prore@pucgoias.edu.br

ATA COMPLEMENTAR Nº 75/2012

MESTRADO EM GENÉTICA DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
DISCENTE: RAQUEL LOREN DOS REIS
DEFENDIDA EM 27 DE JUNHO DE 2013 E APROVADA COM CONCEITO B

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Flávia Melo Rodrigues
(presidente-orientador)

Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi / UFMS
(Co-Orientador)

Prof. Dra. Mariana Pires de Campos Telles / UFG
(membro externo)

Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcellos
(membro interno)

*Dedico este trabalho a todos que fizeram,
fazem e farão parte da minha história...*

AGRADECIMENTOS

“Para terminar uma caminhada de mil passos devemos iniciar com o primeiro”.

Provérbio Chinês

DEUS te agradeço pelos momentos em que me carregou no colo...

Valentina Reis Paludo, minha filha, ainda aqui em meu ventre, pelo amor incondicional que sinto por você...

Tiago José Paludo, meu marido, pelo amor e compreensão que teve ao longo dessa caminhada, pelas horas da minha ausência, pelos momentos difíceis até a chegada desse momento.

Élida Maria da Costa, minha mãe, por sempre acreditar em mim e me apoiar em mais essa jornada.

Profª. Drª. Flávia Melo, agradeço pela experiência.

Prof. Dr. Kleber Augusto Gastaldi, co-orientador, agradeço por toda atenção e pelo tempo em que se dispôs a me ajudar.

Jalsi Tacon Arruda, minha amiga que me acompanha desde a graduação e que mais uma vez se faz presente, me ajudando...

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que essa etapa da caminhada chegasse ao fim.

Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	08
ABSTRACT	09
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Importância da Cienciometria no Melhoramento Genético de Bovinos de Corte	13
3.2 A Bovinocultura de Corte no Mundo e no Brasil	17
3.3 Fatores que Interferem na Qualidade da Carne Bovina	21
3.3.1 Alimentação	24
3.3.2 Sexo e Idade ao Abate	24
3.3.3 Genética	26
3.4 O Melhoramento Genético para Maciez de Carne em Bovinos de Corte	28
3.4.1 Genes Responsáveis pela Maciez da Carne	31
4 MATERIAL E MÉTODOS	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÃO	63
7 REFERÊNCIAS	65

TABELAS, FIGURAS E ANEXOS

		Página
Figura 1	Depósito intermuscular e intramuscular de gordura na carne bovina.....	25
Figura 2	Comparação das variações genômica entre indivíduos de raças diferentes.....	27
Figura 3	Distribuição dos estudos sobre melhoramento genético na bovinocultura de corte de 1964 a 2012, segundo o tipo de publicação.....	35
Figura 4	Distribuição dos estudos sobre melhoramento genético na bovinocultura de corte de 1964 a 2012.....	36
Figura 5	Principais autores que publicaram 15 ou mais artigos na área de melhoramento genético na bovinocultura de corte entre 1964 a 2012.....	38
Figura 6	Principais áreas científicas de publicação dos estudos relacionados ao melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 a 2012.....	40
Figura 7	Relação dos periódicos que publicaram 20 ou mais artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	41
Figura 8	Publicações por ano sobre melhoramento genético de bovinos de corte na Revista Brasileira de Zootecnia na base de dados SCOPUS.....	42
Figura 9	Descrição dos países que publicaram 15 ou mais artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	46
Figura 10	Raças que mais foram citadas nas publicações sobre bovinocultura de corte entre 1964 e 2012.....	51
Figura 11	Áreas de maior concentração das publicações em melhoramento genético de bovinos de corte entre os anos de 1964 e 2012.....	52
Tabela 1	Maciez da carne bovina mensurada por intermédio da força de cisalhamento (FC) e do painel de degustação (maciez) em função do genótipo.....	20
Tabela 2	Principais palavras-chave utilizadas nas publicações referentes ao melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	43
Tabela 3	Principais filiações institucionais dos autores que mais publicaram sobre o melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	43
Tabela 4	Idiomas mais utilizados nas publicações sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	48
Tabela 5	Fator de Impacto (FI) dos 12 periódicos que publicaram 20 ou mais artigos neste levantamento.....	49
Tabela 6	Principais genes envolvidos no processo de maciez e marmorização da carne bovina citados em trabalhos de melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	53
Tabela 7	Principais marcadores moleculares utilizados (mencionados) nos trabalhos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.....	59

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

AAA	Associação Americana de Angus
ABCZ	Associação Brasileira de Criadores Zebu
ANUALPEC	Anuário da Pecuária Brasileira
ARS	<i>Agricultural Research Service</i>
BARC	<i>Henry A. Wallace. Beltsville Agricultural Research Center</i>
BIF	<i>Beff Improvement Federation</i>
CAPNI	Calpaína
CAST	Calpastatina
CDP	Programas de Controle de Desenvolvimento
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERRC	<i>Eastern Regional Research</i>
FI	Fator de Impacto
FNP	Informa Economis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISI	<i>Institute for Scientific Information</i>
IZ	Instituto de Zootecnia
MAPA	Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento
MAS	<i>Marker Assisted Selection</i>
NCAUR	<i>National Center for Agricultural Utilization Research</i>
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
QTL	<i>Quantitative Trait Loci</i>
RAPD	<i>Random Amplified Polymorphism</i>
SCI	<i>Science Citation Index</i>
SRRC	<i>Souther Regional Research Center</i>
SSR	<i>Simple Sequence Repeats</i>
STR	<i>Short Tandem Repeats</i>
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USDA	<i>United States Departament of Agriculture</i>
USP	Universidade de São Paulo
WRRC	<i>Western Regional Research</i>

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a produção científica em melhoramento genético de bovinos de corte nos últimos 48 anos (1964-2012). O levantamento dos estudos foi realizado por meio do banco de dados SCOPUS, utilizando as palavras-chave “*beef* cattle* and breeding**”. Foram selecionadas as publicações que apresentaram informações, tais como: ano de publicação do artigo, período em que o artigo foi publicado, nacionalidade do primeiro autor, tipo de documento; área científica da publicação, filiação dos autores. Foram encontrados 1946 trabalhos publicados entre os anos de 1964 e 2012. Foi observado um aumento expressivo no número de trabalhos na área de melhoramento genético no final da década de 1980, sendo mais acentuado depois de 2004. Dentre os 1946 trabalhos, 1.717 foram artigos originais. Dos 160 autores diferentes que mais publicaram 21 deles perfazem juntos 30% das publicações. A área científica que mais publicou foi Ciências Agrárias e Biológicas (55%). Na avaliação dos periódicos a *Journal of Animal Science* apareceu em primeiro lugar com 696 artigos, sendo que a *Revista Brasileira de Zootecnia* aparece em quarto lugar com 50 artigos. Quanto a filiação institucional, a USDA (75) aparece em primeiro lugar, seguida da UNESP (72), USP (54) e Embrapa (54) ficaram em sexto e sétimo lugar, respectivamente. O Brasil é o segundo país em número de publicações. Quanto ao fator de Impacto médio das revistas foi 1,75 ($\pm 1,75$). As raças bovinas mais citadas foram as do grupo taurino, destacando-se a raça Angus em primeiro lugar. Os principais objetivos dos estudos na área de melhoramento genético foram a Genética com 596 artigos. Os genes mais estudados foram CAPN1 e CAST perfazendo juntos 62%, e os marcadores moleculares mais usados nos estudos foram os SNPs em 70% dos artigos. A análise cienciométrica permitiu observar que os dados da produção científica em melhoramento genético de bovinos estão de acordo com o que se observa no mercado da bovinocultura de corte, aonde se destacam países como, Estados Unidos e Brasil.

Palavras-chave: Gado de corte, Maciez, Marcador molecular, Marmorização, Melhoramento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the scientific information in the beef cattle breeding in the last 48 years (1964-2012). The data gathering was compiled using the SCOPUS database, through the key words “*beef**”, “*cattle**” and “*breeding**”. We retained all articles that include information about year and period of publication, author nationality and filiation, document type and scientific area. We found 1.946 studies published between 1946 and 2012. We noted an expressive increase on studies about genetic breeding of beef cattle since the end of 80’s till 2004. From the total, we found 1.717 original articles. We found that 21 of the 169 authors were responsible by 30% of publications. The majority of the published articles were from agricultural and biological science (55%) areas of knowledge. On the journal evaluation, *Journal of Animal Science* was the first with 696 articles and the *Revista Brasileira de Zootecnia*, a Brazilian journal, was the fourth. When we evaluated the institutional filiation the USDA (75) was first, UNESP (72), USP (54) and Embrapa (54) were second, sixth and seventh, respectively, more productive centers. Brazil is the second in number of articles. Considered all journal in which at least one article was published about beef cattle breeding, the observed mean impact factor was 1.75 (± 1.75). *Angus* was the most cited bovine breed and the main research objective in animal breeding was Genetic with 596 articles, whereas the most studied genes were CAPN1 and CAST, used in 62% of all articles found, and the most used molecular markers was SNPs, found in 70% of the articles. Based on scientometrical analysis, we observed that the scientific production about cattle breeding is according to beef cattle market, wherein countries like United States and Brazil highlights. Other studies using meta-analysis, for example, should be done to confirm data obtained in this work.

Keys word: Beef cattle, Tenderness, Molecular Marker, Marbling, Breeding.

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros documentos relativos ao melhoramento genético de bovinos referem-se aos trabalhos de Robert Bakewell, entre 1760 e 1795, na Inglaterra. Em seguida vieram os trabalhos dos irmãos Colling, que aplicaram os princípios de Bekewel na formação da raça Shorthorn (PEREIRA, 2001).

Os pesquisadores que deram as maiores contribuições para o desenvolvimento da genética bem como para sua aplicação no melhoramento animal foram: William Bateson (1816-1926), geneticista inglês que cunhou a palavra genética, Francis Galton (1822-1911), estatístico inglês considerado o fundador da biometria, Ronald A. Fischer (1890-1962), biometrista inglês e Jay L. Lush (1896-1982), que através do seu próprio trabalho, e de seguidores como Gordon G. Dickerson e Charles R. Henderson, traduziu a teoria para a prática e incentivou o uso de princípios científicos no melhoramento (PEROTTO, 2008).

Pereira (2001) coloca que como Ciência o melhoramento animal surgiu somente após os trabalhos do monge austríaco Gregor Mendel, que trabalhando com variedades de ervilhas elucidou as leis da hereditariedade, as quais, ficaram obscuras até o ano de 1900. Após o redescobrimto das leis de Mendel, inúmeros cientistas se dedicaram aos estudos biométricos associados às proposições mendelianas e, como consequência, apareceu claramente o conceito de que a variação (diferença) entre os indivíduos advinha de uma parte devida à genética e outra ao meio ambiente.

Com base nestas informações Jay L. Lush, nos anos 40, edificou e ampliou os conceitos existentes, publicando o Livro “Animal Breedings Plans”, contribuindo fortemente com a disseminação dos conceitos de estatística, genética de populações e quantitativa e suas

utilizações no melhoramento genético animal. Entre outros, introduziu os conceitos de herdabilidade e valor genético. Segundo Oliveira (2003) já a partir de 1935 utilizava-se nos EUA método de comparação entre produções de mães e filhas para escolha de touros leiteiros. Posteriormente, como resposta à necessidade de se obter estimativas de valores genéticos mais acuradas, foram desenvolvidas metodologias analíticas como a dos modelos mistos e seus desdobramentos. Paralelamente, cabe destacar o enorme desenvolvimento das técnicas de computação, multiplicando a capacidade de processamento e análise de dados.

O grande desenvolvimento científico e tecnológico ocorrido nos EUA durante a segunda guerra impulsionou os programas de melhoramento genético das várias espécies naquele país e, particularmente relacionados aos bovinos, o uso da inseminação artificial permite a realização das provas de progênie aplicadas aos bovinos leiteiros e, somente em 1971, foi publicada na forma de sumário, a primeira avaliação em raças de corte realizada pela Associação Americana do Simental (TONHATI, 2003).

De acordo com Oliveira (2003) os primeiros programas de melhoramento de gado de corte no Brasil começaram a surgir na década de 80, entretanto somente em 1989 foi publicado o primeiro sumário de touros do país envolvendo as raças zebuínas. Tal publicação foi realizada pelo CNPGC/Embrapa/ ABCZ/Ministério da Agricultura.

Os avanços das pesquisas científicas no melhoramento genético têm fornecido cada vez mais informações para as diversas cadeias de produção animal, inclusive para a cadeia produtiva de bovinos de corte. Aumentar a produtividade animal é o objetivo principal da pesquisa científica mundial com enfoque no melhoramento genético da pecuária, inclusive da bovinocultura de corte. No Brasil, o desenvolvimento científico e tecnológico contribuiu para transformar o país numa das mais respeitáveis plataformas mundiais do agronegócio, sendo o maior exportador de vários produtos agropecuários, inclusive carne bovina (FARIA, 2008).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção científica sobre melhoramento genético de qualidade de carne e genes relacionados até 2012, a fim de descrever as tendências e as perspectivas do desenvolvimento de pesquisas na área de qualidade da carne bovina.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os trabalhos científicos publicados na área do melhoramento genético, relacionados à qualidade da carne bovina, por ano;
- Verificar quais foram os principais autores e países que publicaram sobre melhoramento de bovinos de corte;
- Levantar a diversidade das revistas que publicaram sobre melhoramento de bovinos de corte;
- Identificar o fator de impacto (FI) dos principais periódicos que publicaram sobre o melhoramento de bovinos de corte;
 - Avaliar qual técnica molecular e quais as raças foram mais estudadas neste período;
- Identificar quais os principais objetivos dos trabalhos sobre qualidade da carne bovina e;
- Levantar quais os principais genes citados nos estudos sobre qualidade da carne bovina (maciez e marmorização).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância da Cienciometria no Melhoramento Genético de Bovinos de Corte

A ciência, para atingir o nível de desenvolvimento e de credibilidade que apresenta nos dias de hoje, buscou, nos números, os alicerces para as suas teorias. A preocupação com a mensuração na ciência vem de tempos remotos. Teve início na antiguidade, quando os filósofos, matemáticos e astrônomos tentavam dimensionar a distância entre as estrelas para, a partir daí, estabelecer as medidas de tempo em dias, meses, anos e em horas e minutos (VANTI, 2011).

No século XX, o papel essencial da ciência foi evocado em muitos momentos: nas mudanças revolucionárias, na tecnologia, na melhoria da produção, etc. Na década de 1940, houve um rápido crescimento no número de instituições científicas, de pesquisadores e dos recursos voltados para a ciência. Apareceram órgãos voltados para a sua gestão e, em seguida, a necessidade de elaborar recomendações para a implantação das políticas científicas. Estes fatores antecederam e, ao mesmo tempo, propiciaram a idéia da ciência. O final dos anos 60 são normalmente reconhecidos como o período em que as métricas da ciência surgem com força por meio de trabalhos importantes realizados por pesquisadores como Solla Price e Eugene Garfield, entre outros (VANTI, 2011).

Desde que a idéia da cienciometria apareceu pela primeira vez em um trabalho científico até os dias de hoje, o seu conceito tem sofrido alterações sem perder, no entanto, o seu foco de estudo: a ciência. É difícil estabelecer exatamente quando uma nova disciplina ou termo surgem, entretanto, pode-se afirmar, que os primeiros artigos em que o conceito de cienciometria se fez presente foram publicados pelos pesquisadores do VINITI – *All-Union*

Institut for Science and Technical Information, da Academia de Ciências da União Soviética - URSS (VANTI, 2011).

Neste sentido, Nalimov, em 1959, atraído pelas idéias da cibernética, publica, em co-autoria com Styazhkin e Vledutsiv (todos pertencentes aos quadros VINITI), o primeiro artigo considerado cientométrico, intitulado “As informações científicas e técnicas como uma das tarefas da cibernética”. Tal artigo apresenta uma justificativa lógica original dos modelos matemáticos examinados para o crescimento da ciência (KAVUNENKO e GONCHAROVA, 2009).

O termo cienciometria surgiu na antiga União Soviética e tornou-se conhecido no final da década de 1970, com uma publicação na revista “*Sciencometrics*”, na Hungria (VANTI, 2002). De acordo com Nonato (2003), a cienciometria foi definida por Price em 1969 como “as pesquisas quantitativas de todas as coisas que dizem respeito à ciência e, aos quais podem ser atribuídos números”.

Também na União Soviética, em Kiev, no ano de 1966, surgiu a obra de Dobrov intitulada “A ciência sobre a ciência” (*Science about Science*). Nesta obra, o autor oferece uma conceitualização da nova disciplina, onde trata a ciência como um processo de previsão, planejamento e gestão das atividades de pesquisa (GRANOVSKY, 2010).

A tendência ao aumento cada vez maior da produção científica nas diversas áreas do conhecimento foi mapeada por Price (1955) e deu origem à Teoria do crescimento exponencial da ciência, conhecida como *Big Science*. Price (1963) propõe uma regra para contabilizar quantos são os autores que mais produzem em sua área de pesquisa, conhecida como a Lei da Raiz Quadrada de Price, onde calculando a produção total daqueles que escrevem n artigos, nota-se que a grande quantidade de pequenos produtores dão conta de

tanto quanto o total dos poucos grandes produtores, mostrando que a simetria se dá no ponto correspondente à raiz quadrada do valor total de pesquisadores (SPINAK, 1996).

De forma geral, os indicadores representam uma medida ou um índice que permite avaliar ou acompanhar o desempenho de um fenômeno, da sua natureza, do seu estado e evolução. Para investigar a ciência, considerada como um processo social, onde as ações e procedimentos de seus atores dependem do contexto em que estão inseridos, a cientometria utiliza indicadores para medir as ações sistemáticas que têm relação com a produção, difusão, transferência e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, que podem ser chamados de indicadores cientométricos (GRANOVSKY, 2010).

De acordo com Vinkler (1988), os indicadores cientométricos podem ser divididos em dois grupos: aqueles que medem a qualidade e o impacto das publicações e os que medem a quantidade e o impacto dos vínculos, sendo que os primeiros se referem aos indicadores de publicações e os segundos aos indicadores de citações. As abordagens cientométricas, pelas quais a ciência pode ser retratada, através dos resultados que alcançam, têm por base a noção de que a essência da pesquisa científica é a produção de conhecimento e que a literatura científica é um componente desse conhecimento (LIMA-RIBEIRO et al., 2007).

Com a cientometria, pode-se avaliar a importância de determinado assunto, autor e/ou trabalho, além de evidenciar as tendências e contribuições de uma determinada disciplina, pesquisador ou grupo de pesquisadores, instituição ou país em relação ao avanço científico e tecnológico mundial (LIMA-RIBEIRO et al., 2007). Estima-se que circulem pelo mundo, cerca de um milhão de periódicos científicos. Encontram-se indexados no banco de dados ISI, os periódicos que passam por rigorosa seleção, o que qualifica essa fonte de dados como uma das mais conceituadas do mundo (CARVALHO et al., 2005).

A versão *on-line* do *Institute for Scientific Information* (ISI) contém mecanismos de busca, disponibilizando integralmente os *abstracts* dos artigos a partir de 1991, além de vários outros dados como: título, ano de publicação, autores, autor principal, nacionalidade do autor principal, nome do periódico, volume, páginas. Como exemplo das disciplinas incluídas na base, tem-se trabalhos nas áreas: da agricultura, astronomia, bioquímica, biologia, biotecnologia, ciência da computação, física, genética, química, matemática e neurociência (NONATO, 2003).

Vanti (2002) em termos genéricos listou algumas possibilidades de aplicação das técnicas cienciométricas:

- Identificar as tendências e o crescimento do conhecimento em uma área;
- Identificar as revistas do núcleo de uma disciplina;
- Mensurar a cobertura das revistas secundárias;
- Identificar os usuários de uma disciplina;
- Prever as tendências de publicação;
- Estudar a dispersão e a obsolescência da literatura científica;
- Prever a produtividade de autores individuais, organizações e países;
- Medir o grau e padrões de colaboração entre autores;
- Analisar processos de citação e co-citação;
- Determinar o desempenho dos sistemas de recuperação da informação;
- Avaliar os aspectos estatísticos da linguagem, das palavras e das frases;
- Avaliar a circulação e uso de documentos em um centro de documentação;
- Medir o crescimento de determinadas áreas e o surgimento de novos temas.

Enfim, a análise cienciométrica permite avaliar a produção científica em uma área da ciência e extrair diversas informações afim de conhecer o desenvolvimento científico e as tendências dentro do tema pesquisado (VANTI, 2002).

Estudos constataram o Brasil como o país mais produtivo e o mais citado entre os países da América Latina e o segundo mais citado quando considerados os países ibero-americanos, destacando-se principalmente no campo da saúde, química e engenharia elétrica (GARG, 2003). Alguns estudos confirmam esta tendência no campo da CI (ARENAS et al., 2000; MOYA-ANEGÓN; HERRERO-SOLANA, 2002; RIOS-GÓMES, 2006).

Scopus é uma base de dados que disponibiliza resumos e citações com mais de 20.500 títulos e mais de 5.000 editoriais internacionais. A base de dados Scopus oferece aos pesquisadores recursos rápidos, fáceis e acessíveis para subsidiar suas necessidades em pesquisas científicas. Hoje, a Scopus apresenta, 19.500 periódicos “referenciados” (incluindo 19.000 “jornais de acesso livre”), 400 publicações comerciais, 360 séries de livros, artigos no prelo de mais de 3.850 periódicos, 49 milhões de registros, 28 milhões de registros anteriores a 1996 (dos quais 78% incluem referências citadas) e 21 milhões de registros anteriores a 1996 os quais retrocedem até 1823 (incluem resumos quando disponíveis, mas não incluem as referências citadas), 5,3 milhões de artigos de conferências de “proceedings” e periódicos. Aproximadamente 2 milhões de novos registros são adicionados por ano através de atualizações diárias. Scopus só indexa publicações em série: jornais, revistas especializadas, série de livros e materiais de conferências que têm um ISSN (*Internation Standard Serial Number*) atribuídos a eles (SCOPUS, 2013).

3.2 A Bovinocultura de Corte no Mundo e no Brasil

Entre 1991 e 2011 o rebanho bovino mundial recuou 5,8%, passando de 1,07 bilhões para 1,01 bilhões de animais. Os dados são do *United States Departamento of Agriculture* (USDA). O maior rebanho mundial é o indiano, com 320,8 milhões de cabeças em 2011; nesse período, o crescimento foi de 15,3%. Vale destacar que, no caso deste país, estes

números incluem os bubalinos e que a maior parte do rebanho não é comercial devido a particularidades religiosas e culturais locais (IBGE, 2012). O terceiro maior rebanho é o chinês, com 104,8 milhões de animais, rebanho este que está atualmente em forte expansão, provavelmente devido ao aumento do poder aquisitivo da população desse país (IBGE, 2012).

Os Estados Unidos permanecem como o maior produtor mundial de carne bovina, com aproximadamente 11,5 mil toneladas de equivalente carcaça produzidas no ano de 2011. A respeito das exportações, o Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo, seguido de países como: Austrália, Estados Unidos, Índia e Canadá (FNP, 2011). A projeção do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil, é que até o ano de 2017 o Brasil se mantenha como o maior exportador mundial de carne bovina (CARVALHO, 2012).

O rebanho bovino brasileiro fechou 2011 com um crescimento de 1,6% em relação a 2010 (209,5 milhões), totalizando um efetivo de cerca de 212,8 milhões de cabeças em 2011 (IBGE, 2012). O Brasil está entre os países mais competitivos do mundo na produção de carne, e as perspectivas são promissoras no mercado externo nos próximos anos. No entanto, as informações mercadológicas mostram que as indústrias nacionais e internacionais necessitam de animais mais pesados e com melhor acabamento. Apesar de ainda existir uma distância entre a seleção, a produção pecuária e o mercado de carne, os elos devem tentar se aproximar para melhorar esta integração e coordenação da cadeia produtiva com o único objetivo de atender as necessidades do consumidor. Com foco neste objetivo, as instituições de pesquisas, associações e iniciativas privadas têm favorecido a seleção e produção de tipos de animais que atendam ao mercado em todos seus segmentos (FARIA, 2008).

No cenário mundial, o Brasil apresenta o maior rebanho comercial de gado bovino (aproximadamente 170 milhões de cabeças); é o segundo maior produtor de carne bovina (aproximadamente 7 milhões de toneladas de equivalente-carcaça) e é o segundo em número

de abates (30,5 milhões de animais) (ANUALPEC, 2011; IBGE, 2012). O maior rebanho bovino do país encontra-se no Estado de Minas Gerais (aproximadamente 20,9 milhões de cabeças); seguido por Mato Grosso (19,6 milhões de cabeças), Mato Grosso do Sul (17,4 milhões de cabeças) e Goiás (16,7 milhões de cabeças) (IBGE, 2008). Entretanto, especificamente no caso de Minas Gerais, verifica-se forte presença de gado leiteiro.

A produção de carne bovina no Brasil está embasada, na sua grande maioria, em técnicas extensivas de produção, fato este justificado pelas grandes extensões de pastagens existentes no país. No entanto, uma especificidade é exigida para que esse sistema de produção seja funcional: os rebanhos devem ser resistentes as grandes adversidades encontradas no ambiente (CARVALHO, 2012).

Os animais *Bos taurus indicus* têm sido preferidos nestas condições de criação, especialmente nas regiões tropicais, devido sua resistência às doenças e grande tolerância ao calor. Entretanto, em relação à característica maciez da carne, restrições têm sido atribuídas a este tipo de animal (CROUSE et al., 1989).

A pecuária nacional se baseia fundamentalmente na raça Nelore (80%) e utiliza seus cruzamentos com animais europeus, buscando melhorar cada raça para alcançar maior eficiência produtiva. Segundo estimativas feitas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a pecuária brasileira produziu 9,9 milhões de toneladas de carne em 2006 e estimasse que produzirá 13,2 milhões de toneladas em 2017. Este aumento na produção seria equivalente ao crescimento de 2,5% ao ano e 2,9% de aumento anual das exportações de carne (MAPA,2007). Expressivos, esses números refletem a importância da pecuária nacional e justificam a pesquisa voltada à produtividade do setor.

A questão da pior textura da carne dos animais de origem *Bos taurus indicus*, quando comparados com animais *Bos taurus taurus*, não é nova e já foram bem reportados nos

trabalhos de Ramsey et al. (1963) e Shackelford et al. (1991). O menor nível enzimático das calpaínas e o maior nível das calpastatinas em animais *Bos taurus indicus*, seria umas das razões para a menor maciez da carne nesses animais (WHIPPLE et al., 1990).

Diante do diagnóstico da qualidade da carne de zebuínos, foi preconizado até o final dos anos 80 que com modificações no sistema de produção, visando obter carcaças com melhor acabamento em animais mais jovens, resolver-se-ia a maioria dos problemas de maciez da carne zebuína. No entanto, essa expectativa não se confirmou e os zebuínos, mesmo quando abatidos mais jovens e com boa cobertura de gordura, não produziram carne com maciez aceitável, que pode ser definida como aquela que apresenta força de cisalhamento inferior a 4,5 Kg (OLIVEIRA, 2000). Johnson et al. (1990), ao trabalharem com cruzamentos entre bovinos taurinos da raça Angus (*Bos taurus*) e bovinos zebuínos da raça Brahman (*Bos indicus*), observaram a diminuição da maciez e aumento da força de cisalhamento na carne de animais com maior proporção de genes zebuíno. Corroborando com estes dados, Pringle et al. (1997) verificaram que a atividade da calpastatina foi aumentada quando comparado com a calpaína, quando a *Bos indicus* (Brahman) foi usado nos cruzamentos com *Bos taurus* e Crouse et al., (1989), evidenciam que a medida que aumenta o grau de sangue Brahman, a força de cisalhamento aumenta e a maciez diminui (Tabela 1).

Tabela 1. Maciez da carne bovina mensurada por intermédio da força de cisalhamento (FC) e do painel de degustação (maciez) em função do genótipo.

Genótipo	FC ⁽¹⁾	Maciez ⁽²⁾
Raças Taurinas	4,40	5,35
25% Brahman	5,16	5,16
50% Brahman	5,80	4,93
75% Brahman	6,68	4,51

⁽¹⁾Kgf; ⁽²⁾1= dura e 8 = macia

Fonte: Adaptada de Crouse et al. (1989)

O Brasil está entre os países mais competitivos do mundo na produção de carne, e as perspectivas são promissoras no mercado externo. No entanto, as informações mercadológicas mostram que as indústrias nacionais e internacionais necessitam de animais mais pesados e com melhor acabamento. Apesar de ainda existir uma distância entre a seleção, a produção pecuária e o mercado de carne, os elos devem tentar se aproximar para melhorar esta integração e coordenação da cadeia produtiva com o único objetivo de atender as necessidades do consumidor. Com foco neste objetivo, as instituições de pesquisas, associações e iniciativas privadas têm favorecido a seleção e produção de tipos de animais que atendam ao mercado em todos seus segmentos (FARIA, 2008).

3.3 Fatores que Interferem na Qualidade da Carne Bovina

As raças bovinas podem ser separadas em dois principais grupos, taurinos (*Bos taurus*) e zebuínos (*Bos indicus*). Embora oficialmente sejam considerados pertencentes a espécies diferentes, muitos autores consideram indivíduos taurinos e zebuínos como subespécies (*Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*, respectivamente). Além disso, embora taurinos e zebuínos tenham originado de um ancestral comum, eles evoluíram em ambientes bastante distintos e, portanto, na atualidade, divergem em muitos aspectos (MEIRELLES, 1999). Via de regra, os taurinos são animais europeus, que evoluíram em regiões de clima temperado, enquanto que os zebuínos são animais indianos, que evoluíram em regiões de clima tropical.

As raças zebuínas de bovinos de corte no Brasil se destacam por sua rusticidade e por suas características genéticas adaptadas ao clima quente das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, especialmente ao sistema extensivo de criação adotado em grandes áreas no Brasil. Este sistema caracteriza-se pela pouca utilização de tecnologias no sistema produtivo, onde os animais são fortemente expostos às variáveis climáticas e ambientais, inclusive à sazonalidade

produtiva e qualitativa das pastagens ao longo do ano, recebendo, desta forma, pouca atenção e poucos cuidados pelos pecuaristas. Entre as raças zebuínas de bovinos de corte criados no Brasil, destacam-se principalmente a raça Nelore tendo também importância as raças Guzerá, Tabapuã e Brahman e, no caso mais específico da bovinocultura de leite, a raça Gir (CROUSE et al., 1989).

As raças de bovinos de corte taurinos (ou europeias) têm predominância na região sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), que se caracterizam pelo clima mais ameno e mais adequado para estas. Destacam-se nestas regiões as raças Hereford, Charolês, Simental, Limousin, Angus, entre outras. Estas raças destacam-se pela maior produtividade e maior precocidade sexual e também pelas maiores exigências de condições climáticas e sanitárias para que possam expressar seu maior potencial genético (CROUSE et al., 1989).

Nos Estados Unidos, verifica-se a prevalência das raças taurinas de bovinos de corte, corroborando com os resultados encontrados na Figura 10, onde seis das oito raças citadas, são de origem taurinas e também com os resultados encontrados na Figura 9, onde os Estados Unidos aparecem em primeiro lugar em número de trabalhos publicados nesta área. O fato da maior parte deste país encontrar-se em clima temperado é uma das justificativas para o maior uso de animais taurinos ao invés de zebuínos, considerando-se os fatores produtivos mencionados anteriormente (CROUSE et al., 1989).

Historicamente, a carne dos bovinos zebuínos (*Bos indicus*) era identificada como dura, porque esses animais eram criados em pasto e abatidos mais velhos, se comparados com as raças precoces de bovinos taurinos (americanos ou europeus). De acordo com ALVES et al. (2005), a menor maciez da carne dos zebuínos é justificada pela alta correlação positiva entre a idade de abate dos animais e o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos, favorecendo a dureza da carne e, ainda, pela menor deposição de gordura na

carcaça e ao fato desta não ser predominantemente intramuscular (marmoreio), o que favorece o resfriamento mais rápido das massas musculares, provocando o encurtamento dos sarcômeros (unidades contráteis dos músculos) e, conseqüentemente, o endurecimento da carne.

Diversos são os fatores que influenciam na textura e maciez da carne. Dentre eles estão os ligados à genética, raça, sexo, idade e demais características biológicas do tecido muscular, como teores de colágeno, fibras, enzimas e lipídeos (REMAND et al., 2001). Outros fatores relacionados aos manejos pré e pós abate, como nutrição, estresse do animal, estimulação elétrica, temperatura de resfriamento e modificações *post mortem* ocorridas na conversão músculo-carne, bem como condições de estocagem e armazenamento também exercem significativa influência em seu processo de amaciamento (DUARTE, 2011).

A maciez é uma característica que pode ser mensurada através de métodos mecânicos (físicos), químicos ou sensoriais. Como método mecânico mais utilizado pode-se citar a resistência ao cisalhamento ou força de corte da carne determinada pelo aparelho Warner Bratzler Shear (BELEW et al., 2003). Por sua vez, os métodos químicos estão ligados a análises laboratoriais, relacionando este atributo à quantificação de colágenos total e solúvel, capacidade de retenção de água, perfil mineral, atividade enzimática, entre outros (DUARTE, 2011).

Muitos foram os estudos que buscaram comparar os parâmetros físicos com os sensoriais relacionando testes de maciez realizados através de texturômetro com resultados obtidos em avaliações feitas por painel sensorial composto por equipe de provadores, devidamente treinada e padronizada, para designar a resistência à mastigação, classificando a textura da carne (OTREMBA et al., 1999).

É comprovado que dentre os principais atributos relacionados á qualidade da carne (cor, maciez, suculência, sabor), a maciez é a característica sensorial de maior destaque quanto à preferência e aceitação pelos consumidores (KOOHMARAIE, 1994).

3.3.1. Alimentação

O amaciamento da carne pode ser atribuído ao teor e deposição de gordura entremeada na mesma, muito relacionada a alguns fatores *ante mortem* como, por exemplo, a alimentação, que também parece influenciar na solubilidade de colágeno da carne (FELÍCIO, 1997).

Para SMITH (2001), carcaças de animais que tenham uma adequada cobertura de gordura, um bom grau de acabamento e de marmorização (*marbling*), tendem a ser classificadas como mais macias quando submetidas a análises laboratoriais e provas de degustação. Este efeito proporcionado pela gordura de marmorização estaria ligado à capacidade desta de evitar o rápido resfriamento da carcaça, o que conferiria maior dureza pelo encurtamento dos sarcômeros, e de proporcionar maior salivação e promover a diminuição da densidade da carne, onde os lipídios atuariam na “lubrificação” das proteínas mediante a menor tensão do tecido conjuntivo (DUARTE, 2011).

3.3.2. Sexo e Idade ao Abate

O sexo do animal e a idade ao abate são outros pontos a se considerar quanto à deposição de gordura (Figura 1), visto que fêmeas são mais precoces neste aspecto (LUCHARI FILHO, 2000), e quanto ao nível e estruturação do colágeno.

Em seus experimentos Sainz (1996) demonstrou que animais inteiros apresentaram baixa composição de gordura intramuscular em relação aos castrados; já que a castração acentua a deposição desta no músculo exercendo efeito positivo na qualidade da carne no que se refere a maciez. Confirmando este relato, Rodrigues e Andrade (2004) compararam

bovinos castrados e inteiros, registrando um maior teor de gordura entremeada na carne dos animais castrados.

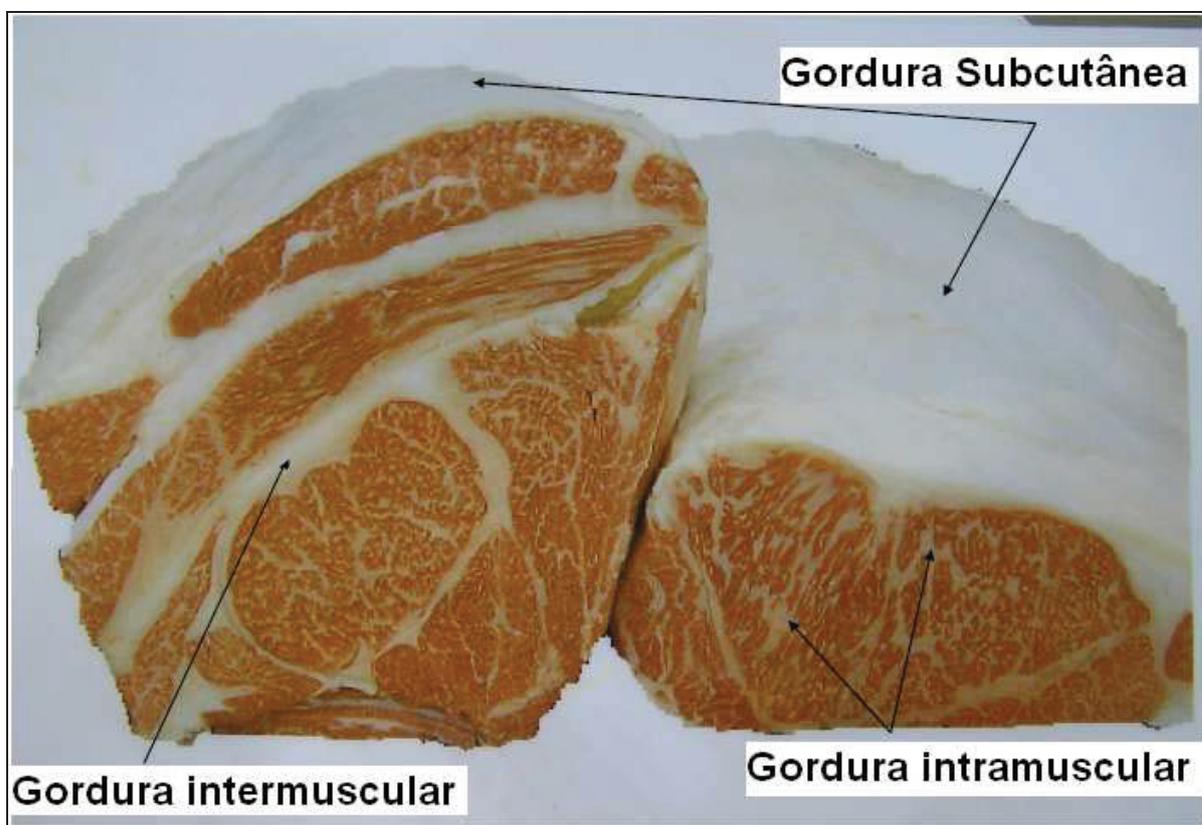


Figura 1. Depósito intermuscular e intramuscular de gordura na carne bovina.
Fonte: Adaptado de PERNA e DAMIN (2011).

Com a intensificação do sistema de produção, houve considerável redução na idade de abate dos animais acarretando expressivos benefícios sobre a qualidade da carne, o que levou Restle e Vaz (2003) a verificarem em seus estudos que, ao reduzir a idade de abate de dois para um ano, o percentual de gordura na carcaça se elevou em torno de 10%, obtendo melhora na maciez a partir das avaliações por painel sensorial e força de cisalhamento. Provavelmente, neste caso, o maior nível nutricional necessário para se atingir esse objetivo (redução da idade de abate) foi o responsável pelo aumento do teor de gordura na carne.

Muitas são as evidências de que além das diferenças em marmorização, as mudanças no componente do tecido conjuntivo da carne podem afetar negativamente seus atributos

organolépticos, em particular a maciez, que piora com o avanço da idade do animal (WARRIS, 2000).

3.3.3. Genética

Pesquisas têm revelado que as variações na maciez da carne se dão, em grande parte, pela participação dos fatores genéticos que correspondem por cerca de 30% dessa variação dentro de uma mesma raça, sugerindo a seleção como ferramenta para melhoramento desta característica (KOOHMARAIE et al., 2003).

Tais fatores podem ser demonstrados por meio da comparação de diferentes raças ou diferentes genótipos da mesma raça através de estudos bioquímicos, estudos genômicos ou por determinação de marcadores genéticos que afetam a biologia do músculo (HOCQUETT et al., 2005).

Durante anos, pesquisadores de várias partes do mundo buscaram melhorar geneticamente a qualidade da carne com a aplicação de novas técnicas de genética molecular em animais de produção. Em seu trabalho, Dekkers et al., (2001) aplicaram tais métodos moleculares, o que resultou na identificação dos genes ou regiões genômicas de qualidade de carne com mapeamento dos *Quantitative Trait Loci* (locos de características quantitativas-QTL), demonstrando o uso desta ferramenta no fornecimento de informações para seleção e cruzamento de raças, visando potencializar a produção e obter melhor qualidade das carcaças.

A maciez é uma característica controlada por vários genes. Atualmente é possível realizar uma análise do DNA e mapear genes ou conjunto de genes que exercem tal influência na carne, identificando QTLs pela utilização de marcadores genéticos (SIQUEIRA et al., 2007).

Ferreira e Grattapaglia (1998) definiram marcador molecular como sendo qualquer fenótipo oriundo de gene expresso ou segmento de DNA específico. Estes marcadores permitem observar as características de DNA e diferenças fenotípicas entre dois ou mais indivíduos através das variações no genoma destes, que são herdadas geneticamente (Figura 2).

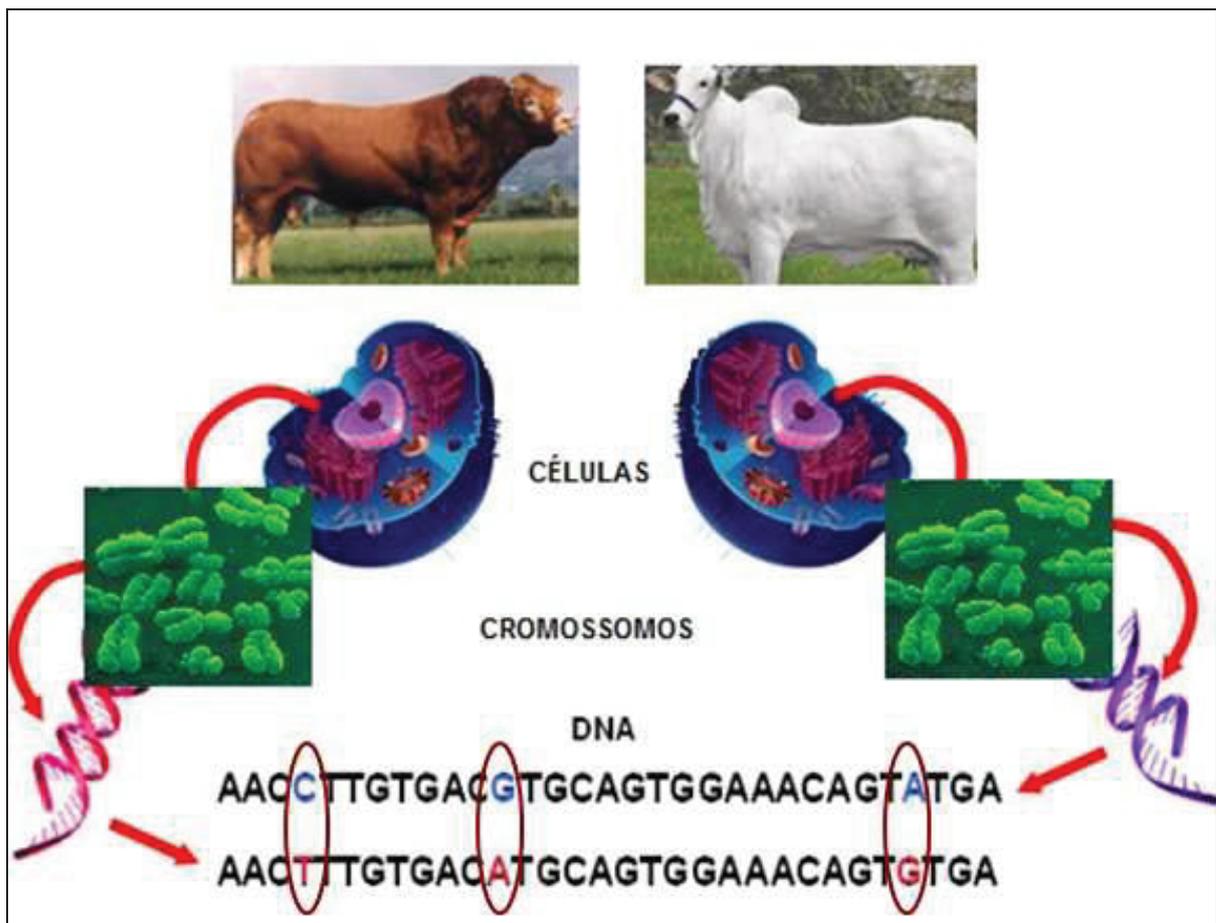


Figura 2. Comparação das variações genômicas entre dois indivíduos de raças diferentes.
Fonte: Duarte, (2011).

Os estudos com marcadores moleculares se desenvolveram e ganharam grandes contribuições com o uso da técnica de *Polymerase Chain Reaction* (PCR), citando-se dentre as principais classes de marcadores moleculares: STR (*Short Tandem Repeats* ou microssatélites ou SSR – *Simple Sequence Repeats*), SNP (*Single Nucleotide Polymorphism* ou

polimorfismo de nucleotídeo único) e; RAPD (*Random Amplified Polymorphism* ou polimorfismo de DNA amplificado ao acaso) (REGITANO e COUTINHO, 2001).

A principal classe de marcadores moleculares empregados para verificar genes de qualidade da carne são os SNPs. Este recurso poderá refinar os mapas genéticos promovendo uma fonte de marcadores para uso em grande escala (FAHRENKRUG, 2001).

3.4 O Melhoramento Genético para Maciez de Carne em Bovinos de Corte

A seleção genômica é atualmente um dos principais desafios na área genética na criação de animais. Sua aplicação pode aumentar consideravelmente o ganho genético em caracteres de interesse. No entanto, o sucesso de sua aplicação na prática depende das características do esquema de seleção, e estes devem ser estudados para cada caso em particular (IBÁÑEZ e GONZALES, 2011).

Em bovinos de leite, especialmente em vacas holandesas, a seleção genômica é uma realidade. No entanto, em outras espécies animais (bovinos de corte, pequenos ruminantes, monogástricos e peixes), a seleção genômica tem sido utilizada principalmente experimentalmente. A principal limitação para a sua implementação nas espécies animais citadas é o custo de genotipagem elevado em comparação com o baixo valor de seleção. No entanto, hoje em dia a possibilidade de utilizar polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) chips de baixa densidade para fazer aplicações de seleção genômica economicamente viável está em estudos (VAN RADEN, 2009).

A genômica vai melhorar a eficiência dos programas de melhoramento genético de bovinos de corte através da incorporação de previsões genômicas em avaliações genéticas

tradicionais. A indústria mundial de laticínios foi alterada consideravelmente no último ano através da implementação de seleção genômica (MILLER, 2010).

A última década assistiu a um crescimento exponencial no desenvolvimento de testes genômicos economicamente importantes para traços em melhoria de bovinos de corte. O que começou com alguns marcadores SNPs para características de qualidade de carne tornou-se um número de painéis de SNPs para uma série de traços na última meia década. Grande parte dessa produção maior no desenvolvimento pode ser atribuída à rápida evolução tecnológica e ao sequenciamento do genoma bovino (ELSIK, 2009).

Seleção de reprodutores é um passo crucial em qualquer programa de melhoramento, pois a metodologia de avaliação animal evoluiu rapidamente e, nas últimas décadas incorporou o uso de marcadores moleculares.

Várias empresas multinacionais têm disponibilizado aos produtores testes comerciais baseados nessas tecnologias, que permitem avaliar predisposição de animais para expressar um fenótipo específico (ELSIK, 2009).

Os avanços científicos e tecnológicos da cadeia produtiva de carne bovina vêm sendo acompanhados por adequações nos critérios de seleção, que não só se modificam, mas também se ajustam às diferentes necessidades, quer demandadas por diferentes raças ou grupos genéticos, quer oriundas de necessidades regionais do sistema de produção e/ou de qualquer outro segmento da cadeia produtiva (EUCLIDES FILHO, 2009).

Nesse contexto, precocidades reprodutivas e de acabamento assumem importância cada vez maior ao lado da fertilidade, do ganho de peso e da eficiência de produção. Mais recentemente, como demandas adicionais, surgem aquelas relacionadas com a qualidade da

carne, especialmente, a maciez e marmorização e, de forma ainda bastante incipiente, a resistência a parasitas, principalmente, ao carrapato (EUCLIDES FILHO, 1996).

As pesquisas científicas, no âmbito do melhoramento genético animal, têm contribuído para a variação total da maciez, que é diferente entre e dentro de raças. Apesar das diferenças na maciez da carne entre raças bovinas, principalmente entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, serem identificadas (WHEELER et al., 1996), as pesquisas conduzidas têm mostrado que as diferenças na maciez entre os reprodutores da mesma raça são maiores do que as diferenças médias de maciez entre várias raças (MAGNABOSCO et al., 2005; SAINZ et al., 2005). Como a maciez é um traço moderadamente hereditário a seleção do reprodutor para melhorar a palatabilidade da carne bovina tem levado a excelentes resultados.

As oportunidades de expansão do mercado de carne bovina estão intimamente associadas à qualidade da carne. Dentre as características de qualidade da carne bovina a maciez assume posição de destaque, sendo considerada como a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (PAZ e LUCHARI FILHO, 2000).

Assim a maciez da carne bovina constitui fator estratégico para garantir a estabilidade ou expansão de mercado. Nesse sentido, considerando a importância do rebanho zebuino para o agronegócio nacional, o melhoramento genético para maciez da carne tem gerado alguns resultados promissores para a produção de carne zebuina naturalmente macia (ALVES et al., 2005). No Brasil, a maciez da carne bovina começa a ser uma característica de grande importância, principalmente, como resultado da abertura de novos mercados consumidores.

3.4.1 Genes Responsáveis pela Maciez da Carne

Vários pesquisadores têm avaliado possíveis genes como os responsáveis pela qualidade de carcaça e de carne em bovinos de corte, como por exemplo, os genes: CAST, que codifica a enzima Calpastatina (BARENDSE, 2002) e CAPN1, que codifica as enzimas Calpaínas (PAGE et al., 2002).

Estes genes CAPN1 (*Calpain-1*) e CAST (*Calpastatin*), cujo polimorfismo apresenta correlação com a maciez, estão localizados nos cromossomos 29 e 7 respectivamente (SIQUEIRA et al., 2007).

Alguns testes de DNA já se encontram disponíveis comercialmente visando auxiliar a seleção da característica maciez em bovinos de corte; citando:

- *GeneSTAR Tenderness (Genetic Solutions/Bovigen Solutions)* desenvolvido na Austrália, este foi o primeiro teste disponível comercialmente para maciez (novembro 2002). O teste baseia-se em um polimorfismo encontrado no gene da Calpastatina.
- *GeneSTAR Tenderness 2 (Genetic Solutions/Bovigen Solutions)* segunda geração de teste comercial para maciez de carne (setembro de 2003). O teste baseia-se em duas mutações, sendo uma no gene da Calpastatina e a outra no gene da Calpaína.
- *TenderGENE TM (Frontier Beef Systems)* analisa duas variações na região codificadora do gene da Calpaína, CAPN316 e CAPN530 (PAGE et al., 2002).
- *MMIG i-Calpain Tender (Metamorphix Inc. Genomics)* baseia-se em mutações no gene da calpaína.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise quantitativa da produção científica em Melhoramento Genético de Bovinos de Corte, foi utilizada a produção bibliográfica como indicador dos resultados obtidos nos últimos 48 anos (1964 a 2012). O levantamento dos estudos foi realizado por meio do banco de dados SCOPUS utilizando as palavras-chaves “ *beef* cattle* AND breeding**”, o uso do asterisco indica que qualquer terminação da palavra pode ser aceita, garantindo a busca de palavras no singular e no plural; sem delimitar o período, ou seja, a produção científica disponível até 2012 foi considerada.

Foram selecionadas as publicações que apresentaram as seguintes informações: (i) Tipo de documento publicado (experimental, revisão); (ii) ano de publicação do artigo; (iii) nome do primeiro autor; (iv) áreas científicas da publicação; (v) periódico em que o artigo foi publicado; (vi) filiação dos autores; (vii) país do primeiro autor; (viii) idioma da publicação; (ix) raças mais citadas; (x) áreas de maior concentração das publicações; (xi) genes responsáveis pela maciez e marmorização da carne; (xii) marcadores moleculares utilizados nos estudos.

Também foram levantados o fator de impacto (FI) das revistas, que tem sido utilizado para avaliar as revistas e classificar a qualidade e a importância dos trabalhos publicados. O fator de impacto (FI) das publicações utilizado nas análises foi obtido a partir do *SCI Journal Impact Factor* para o ano de 2011.

Para visualizar o crescimento quantitativo dos trabalhos em Melhoramento Genético de Bovinos de Corte, o número de artigos publicados em cada ano foi padronizado, dividindo-se o número de total de artigos obtidos em um ano pelo número total de artigos da base de

dados do ISI e multiplicando esse valor por 100 (para obter o valor em percentual), dessa forma, foi possível avaliar a tendência temporal removendo-se o efeito da tendência de aumento no número de publicações científicas (PETERS, 1991).

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e correlação de Pearson para avaliar a associação entre o número de publicações por ano e o Fator de Impacto por ano. Adotou-se um nível de significância de 0.05 para todas as análises. Todas as análises foram realizadas no programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 1946 trabalhos publicados entre 1964 e 2012 utilizando-se as palavras-chaves “*beef* cattle* and breeding**”.

Dentre os 1946 trabalhos encontrados, 1717 (90%) foram artigos originais, 125 (7%) foram artigos de revisão bibliográfica e os outros tipos de publicação (*papers*, conferências, artigos *in press*, notas, editoriais, comunicações breves e cartas) somam 74 (3%) (Figura 3).

Este resultado sugere a necessidade que existiu e continua existindo de se gerar novos conhecimentos e novas tecnologias na área do melhoramento genético dos bovinos, por tratar-se de algo recente, que se tornou melhor compreendido nos últimos anos devido aos avanços metodológicos para a identificação e o isolamento de genes responsáveis por imprimir características desejáveis aos animais, especialmente os relacionados à qualidade da carcaça.

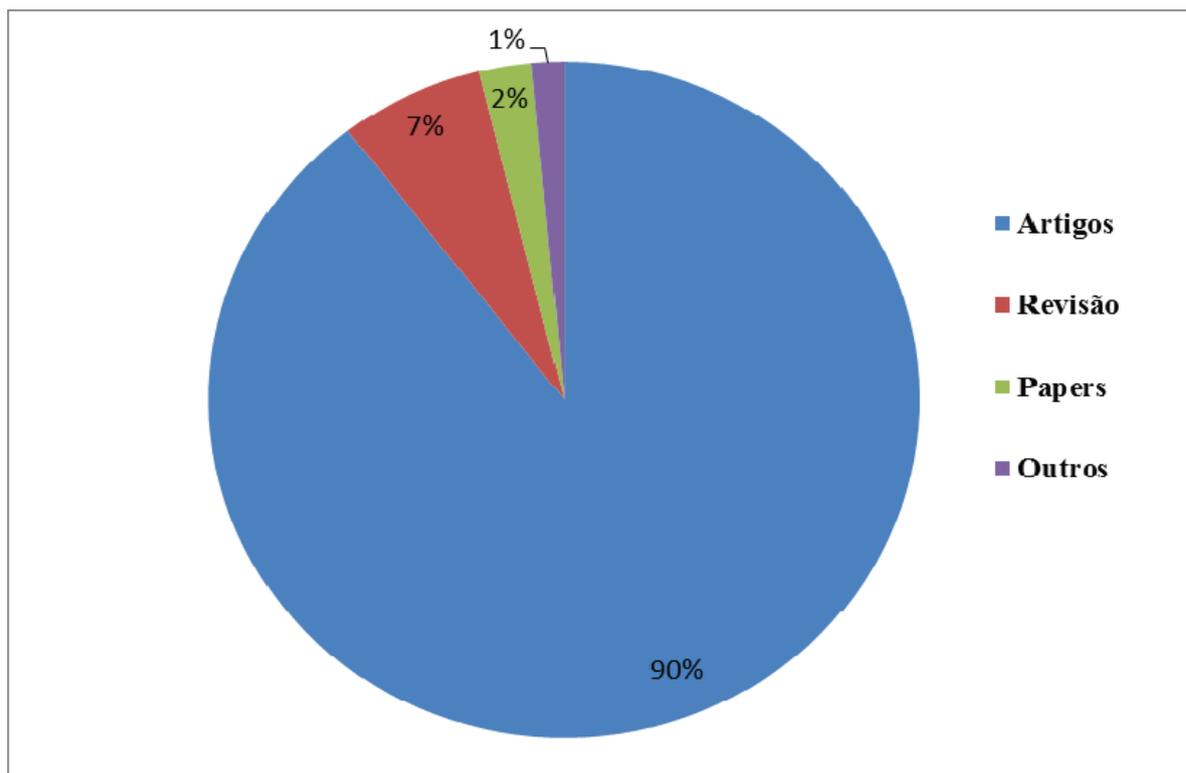


Figura 3. Distribuição dos estudos sobre melhoramento genético na bovinocultura de corte de 1964 a 2012, segundo o tipo de publicação. Papers incluem conferências, anais de congressos, notas e editoriais.

Observou-se um aumento expressivo no número de trabalhos na área de melhoramento genético de bovinos de corte a partir da década de 1980, sendo este aumento mais acentuado depois de 2004, apresentando uma associação significativa entre o número de artigos e o ano ($r = 0,9359$, $p < 0,0001$) (Figura 4).

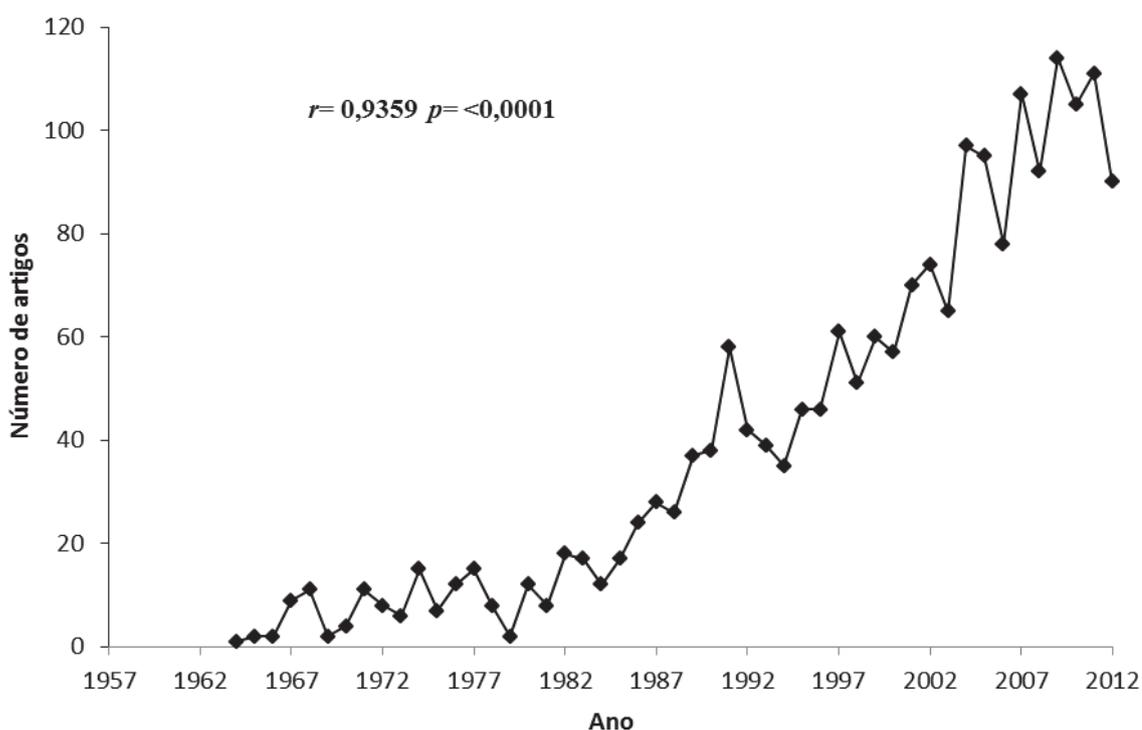


Figura 4. Distribuição dos estudos sobre melhoramento genético na bovinocultura de corte, de 1964 a 2012.

Esse aumento de publicações na área de melhoramento genético na bovinocultura de corte é um indicativo do aumento de pesquisadores e, conseqüentemente, de pesquisas nesta área, refletindo em publicação.

Os avanços das pesquisas científicas no melhoramento genético têm fornecido cada vez mais informações para as diversas cadeias relacionadas à produção animal. Estas informações chegam por meio da avaliação genética, inseminação e outras tecnologias. Assim, as comunidades científicas e a indústria privada têm trabalhado para que estas informações sejam utilizadas pelos produtores, de modo a auxiliar na tomada de decisões, buscando incrementar a produtividade e a qualidade (FARIA, 2008).

Associação de criadores de várias raças, em vários países, têm implementado programas que inclui em seus objetivos o melhoramento genético de características da carcaça dos animais (BIF, 2002). Em 1974, a Associação Americana de Angus (AAA) começou a

utilizar características de carcaça como critérios de seleção em programas de melhoramento genético e, desde então, foram avaliadas mais de 78.000 carcaças. A partir de 1998, foi introduzida a técnica da ultrassonografia para avaliação de carcaça dos animais *in vivo* e, até os dias atuais, foram avaliados mais de 400.000 animais por meio dessa técnica (AAA, 2005), mostrando o impacto, a importância e a tendência das novas tecnologias para a avaliação dos animais e, conseqüentemente, para os programas de melhoramento genético.

Os dados obtidos neste estudo corroboram o afirmado por Delgado (2001), Bif (2002), AAA (2005) e Faria (2008), onde se verificou um aumento tímido no quantitativo de publicações no final dos anos sessenta e um aumento mais acentuado após o início dos anos oitenta, permanecendo neste ritmo de crescimento até o momento (Figura 4).

De acordo com Marcodes (2005), o avanço nas áreas de desenvolvimento de softwares e hardwares, com existência de programas de acesso livre via internet e aperfeiçoamento de equipamentos de grande capacidade de memória, grande capacidade de armazenamento de dados e alta velocidade do processamento, permitiu o resgate da teoria genético-quantitativa e estatística nos últimos anos, dada ao grande volume de dados e à complexidade dos cálculos. Provavelmente, essa é uma das justificativas para o aumento de publicações verificadas neste estudo a partir do final dos anos oitenta e início dos anos noventa (Figura 4).

Dos 160 autores que publicaram os artigos analisados no presente levantamento, 21 publicaram 15 ou mais artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012. Estes 21 autores, juntos, perfizeram um total de 30% de todas as publicações, sendo que Cundiff, L.V; Gregory, K.E; Bertrand, J.K e MacNeil, M.D foram os que mais publicaram, com 54, 38, 38 e 36 artigos, respectivamente (Figura 5).

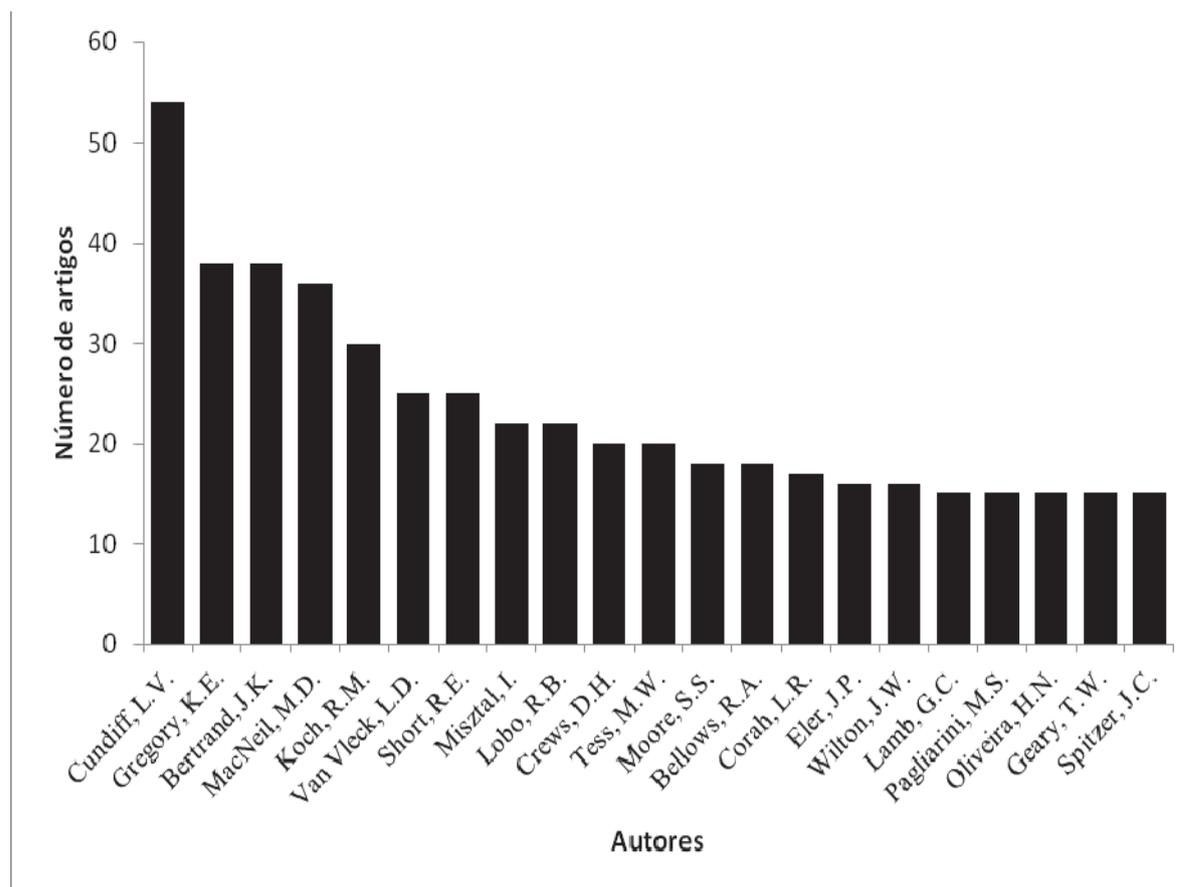


Figura 5. Principais autores que publicaram 15 ou mais artigos na área de melhoramento genético na bovinocultura de corte entre 1964 e 2012.

O número de autores por artigo tem aumentado ao longo do tempo, sendo que no início da década de 90, em média, os artigos tinham quatro autores e, atualmente, apresentam, em média, mais de seis autores. De acordo com Leimu e Koricheva (2005), quando interpretada a relação positiva entre o número de autores e também citações por artigo, conclui-se que o benefício de colaboração entre os autores ocorre por simples troca e complementação de experiências científicas ou por terem contatos pessoais com algum pesquisador envolvido no trabalho que será publicado, recebendo, assim, convite para participar do mesmo.

O potencial benefício da colaboração científica das instituições depende do tipo de colaboração, da disciplina, do país ou países envolvidos. Por exemplo, a colaboração

internacional, além de aumentar o número de citações, também é benéfica para as pequenas universidades e países em desenvolvimento. Colaborações multi-institucionais têm sido comuns no meio científico, pois, além de promoverem interdisciplinaridade, também aumentam o crescimento científico (GOLDFINCH et al., 2003). Os estudos mencionados corroboram o verificado neste trabalho em relação ao aumento do número de autores por artigo verificado nos últimos anos. Pode-se também justificar este fato ao avanço, aperfeiçoamento e maior oferta da internet nos últimos anos, facilitando a troca e envio de informações e dados entre pesquisadores de qualquer região do Brasil e do mundo (VALENTE, 1999). Além disso, a atual tendência de se avaliar e selecionar instituições/pesquisadores com base no quantitativo de publicações, conforme mencionado anteriormente, também pode ter influenciado nesta constatação.

As áreas científicas que mais publicaram artigos relacionados com o melhoramento genético de bovinos de corte no período analisado (de 1964 a 2012), foram Ciências Agrárias e Biológicas, responsáveis por 55% das publicações, seguida por Medicina Veterinária (22%), Bioquímica, Genética e Biologia Molecular (11%), Medicina (6%), Imunologia e Microbiologia (2%), Ciências Ambientais (1%), Farmacologia, Toxicologia e Farmácia (1%) e outras (2%), conforme pode se observar na Figura 6.

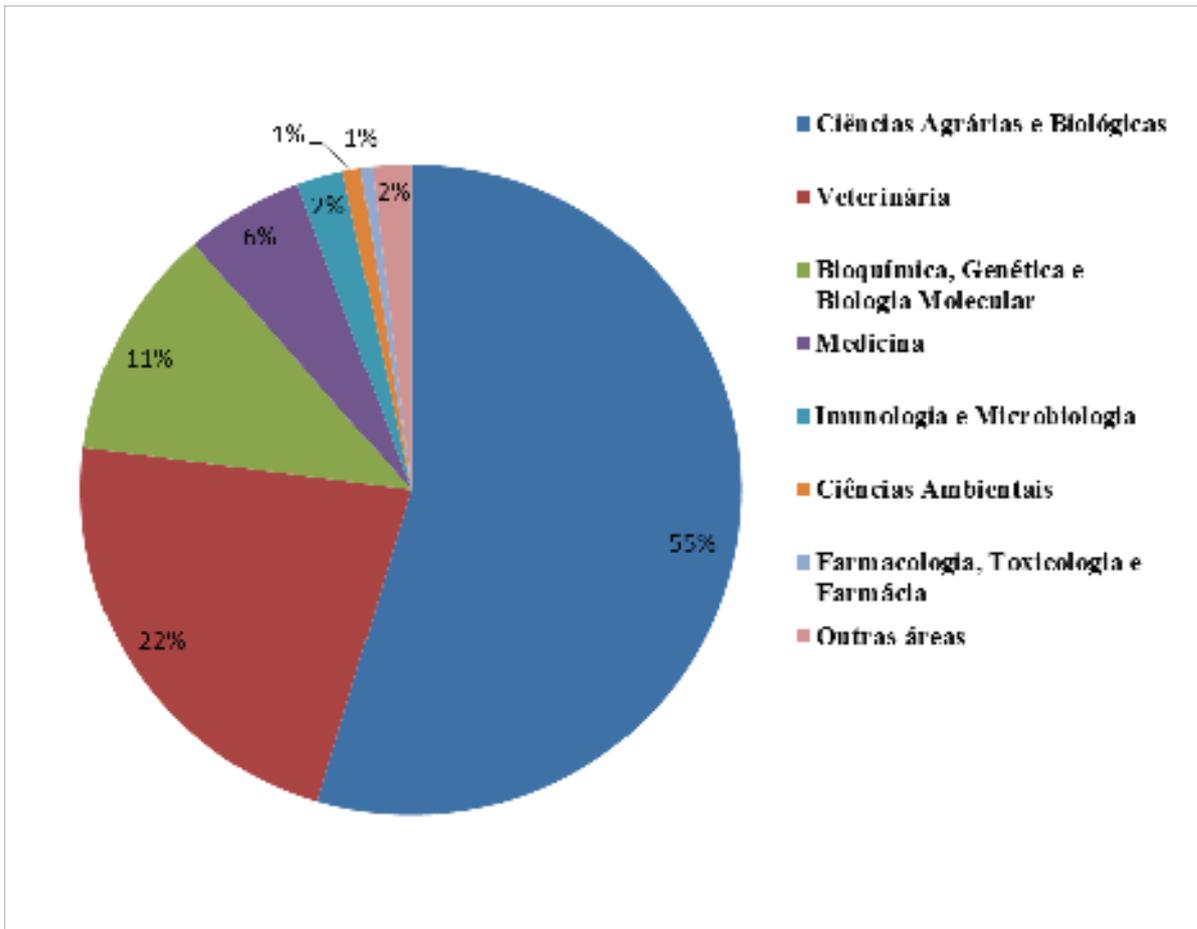


Figura 6. Principais áreas científicas de publicação dos estudos relacionados ao melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Considerando o assunto bovinocultura de corte como um dos componentes curriculares dos cursos tecnológicos, bacharelados e de pós-graduação na área de ciências agrárias (Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia), é justificável que a maioria das publicações relacionadas ao tema (77%) estejam nesta área. O fato do presente levantamento também abordar melhoramento genético, contribuiu para que se verificasse uma participação significativa de publicações nas áreas de ciências biológicas e bioquímica, genética e biologia molecular (11%), que contemplam esse assunto de uma forma mais generalista e não apenas no que se refere à bovinocultura de corte. Observou-se que apenas 12% das publicações ocorreram em periódicos de áreas diferentes das mencionadas acima (Figura 6). É importante

salientar que a busca por um termo específico pode gerar resultados em áreas diferentes da desejada, como pode ser observado no presente estudo.

Na avaliação do número de publicações por periódico, observou-se que os 12 periódicos que publicaram 20 ou mais artigos no período estudado (1964 a 2012) perfizeram 1110 publicações (61% do total), tendo-se, em ordem decrescente, as cinco principais: *Journal of Animal Science* (696 artigos), *Theriogenology* (94 artigos), *Livestock Production Science* (54 artigos), *Revista Brasileira de Zootecnia* (50 artigos) e *Australian Veterinary Journal* (37 artigos) (Figura 7).

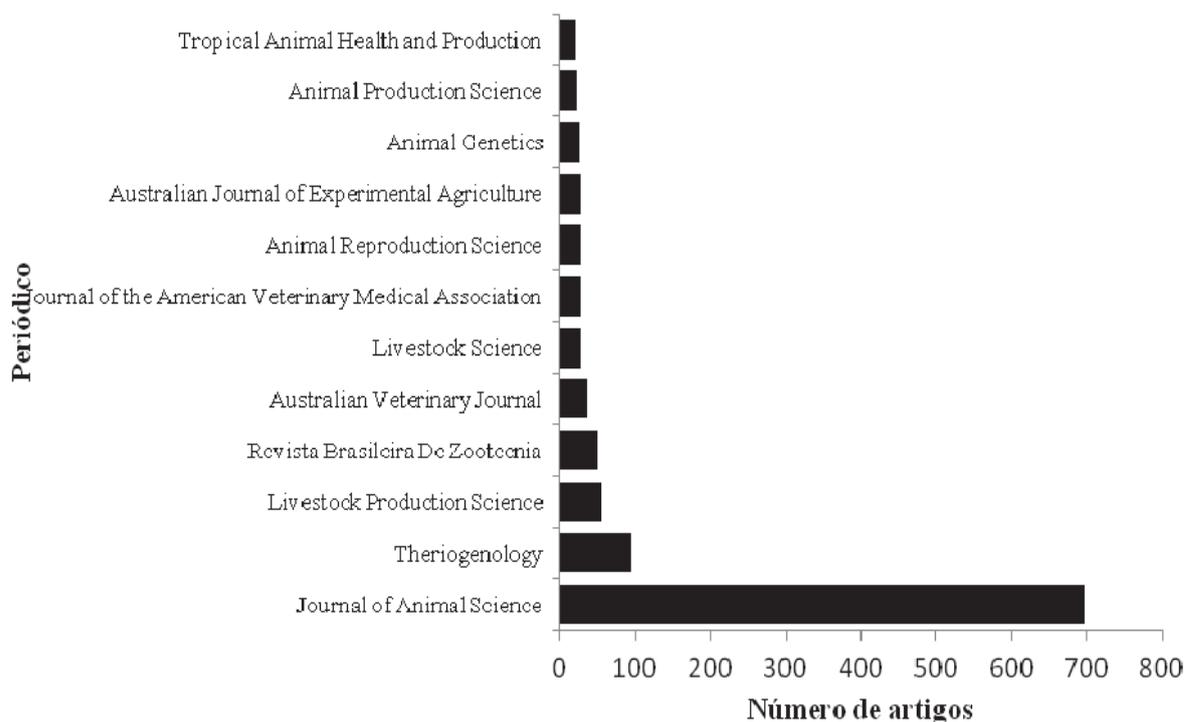


Figura 7. Relação dos periódicos que publicaram 20 ou mais artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Os três primeiros colocados são periódicos dos Estados Unidos, considerado o maior produtor mundial de carne bovina, com aproximadamente 11,5 mil toneladas de equivalente carcaça produzidas no ano de 2011 (FNP, 2011). Contudo, o quarto lugar pertence ao

periódico brasileiro *Revista Brasileira de Zootecnia* com 50 artigos publicados, corroborando os dados descritos pelo IBGE (2012) que relatou o Brasil como o maior rebanho comercial de gado bovino no cenário mundial (ANUALPEC, 2011). Importante mencionar que, no caso da *Revista Brasileira de Zootecnia*, as publicações na área de melhoramento genético de bovinos de corte só começaram a aparecer na base de dados SCOPUS após o ano de 1996, conforme pode ser visualizado na Figura 8.

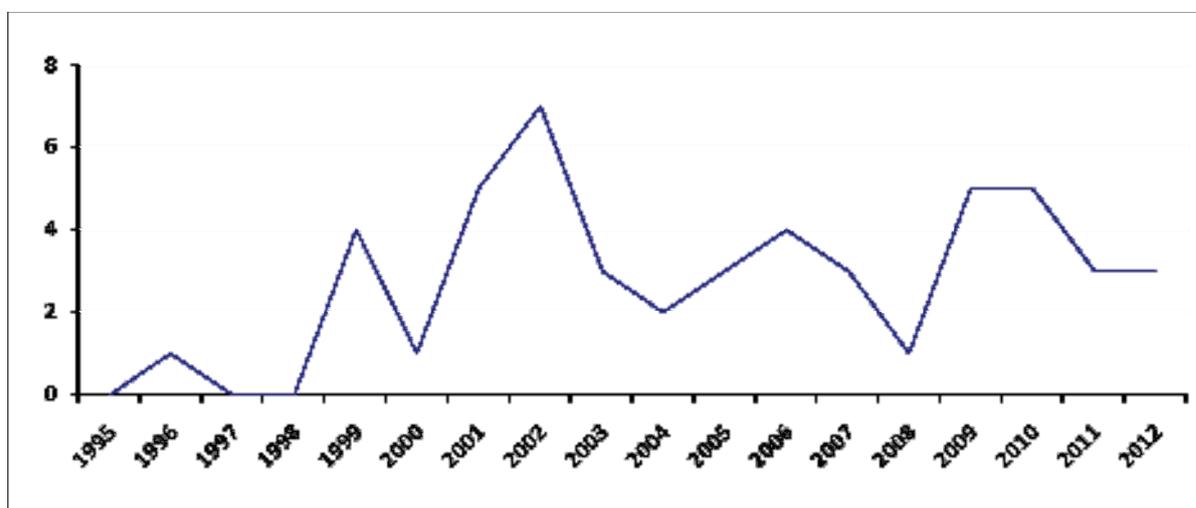


Figura 8. Publicações por ano sobre melhoramento genético de bovinos de corte na Revista Brasileira de Zootecnia na base de dados SCOPUS.

As publicações referentes a *Revista Brasileira de Zootecnia* passaram a constar na base de dados Scopus a partir de 1995, com picos de produção a partir do ano de 2000. A maior produção pode ser verificada no ano de 2002. Essa revista aceita além das publicações em inglês também em português, o que talvez justifique a colocação do Brasil em segundo lugar (193 artigos), perdendo apenas para os Estados Unidos na quantidade de publicações, o demonstrado nas figuras 7 e 9.

Dentre as palavras-chave pode-se observar que as selecionadas para o estudo, *Cattle* foi a mais utilizada (6%), seguida por *Breeding* (4%). As 10 primeiras palavras equivalem a

37% do total encontrado. Durante as buscas realizadas com os termos propostos na metodologia, foram encontradas outras palavras-chaves relacionadas ao tema central em estudo, descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais palavras-chave utilizadas nas publicações referentes ao melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Palavras-chave	N	%
Cattle	1380	6
Article	1196	5
Animal	1115	5
Breeding	982	4
Female	946	4
Animals	764	3
Male	703	3
Physiology	591	3
Genetics	542	2
Animalia	516	2
Outros	14649	63
Total	23384	100

Quanto a filiação institucional dos autores que mais publicaram, observou-se que as dez instituições que mais apareceram equivalem a apenas 27% do total (Tabela 3).

Tabela 3. Principais filiações institucionais dos autores que mais publicaram sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Filiação Institucional	N	%
USDA - Agricultural Research Service, Washington DC	75	3
UNESP - Universidade Estadual Paulista	72	3
USDA ARS Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center	66	3
University of Nebraska – Lincoln	63	3
University of New England Australia	62	3
USP - Universidade de São Paulo	54	3
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	54	3
The University of Georgia	52	2
Colorado State University	45	2
University of Florida	44	2
Outras	1604	73
Total	2191	100

Analisando a Tabela 3, verifica-se uma grande variedade de instituições que publicaram artigos relacionados ao melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012 (73 instituições, além das 10 principais listadas na Tabela 3), o que sugere que o tema tem sido discutido em diversas áreas de conhecimento e em diversas localidades do mundo. Chama a atenção que, entre as dez instituições que mais publicaram estão presentes seis instituições norte americanas e três brasileiras (UNESP, USP e EMBRAPA, nesta ordem). Provavelmente, a participação de três instituições brasileiras entre as 10 que mais publicaram no mundo é uma consequência do destaque do Brasil no cenário mundial da bovinocultura de corte, conforme mencionado anteriormente (Figura 7). Além disso, o fato de seis das 10 instituições que mais publicaram na área serem norte americanas, justifica o maior volume de publicações nos periódicos deste país (Figuras 7 e 9), assim como o predomínio da língua inglesa na redação dos mesmos.

O *Agricultural Research Service* (ARS) é a principal agência de pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). ARS é uma das quatro agências em pesquisas do USDA. A ARS é responsável por estender o conhecimento científico do país e resolver os problemas da agricultura através de suas quatro áreas de programas nacionais: nutrição, segurança alimentar e qualidade, produção animal e proteção, recursos naturais e sistemas agrícolas sustentáveis e produção e proteção das culturas. A ARS tem mais de 2.200 cientistas permanentes de trabalho em cerca de 1.100 projetos de pesquisas em mais de 100 locais em todo o país, com alguns locais em outros países (USDA, 2013).

A ARS tem quatro centros de pesquisas regionais: o *Western Regional Research Center* (WRRC) em Albany, Califórnia, o *Souther Regional Research Center* (SRRC), em New Orleans; Lousiana, o *National Center for Agricultural Utilization Research* (NCAUR), em Peoria, Illions, e o *Eastern Regional Research Center* (ERRC) em Wyndmoor, Pensilvânia. Inovação e comercialização são o coração dessas instalações (equipado com

plantas- piloto para tipo comercial de pesquisas), que deram vida a centenas de produtos, processos e tecnologias. A ARS. Henry A. Wallace, *Beltsville Agricultural Research Center* (BARC), em Beltsville, Maryland, é o maior complexo de pesquisas agrícolas do mundo (USDA, 2013). Estes centros de pesquisas citados acima, apareceram em vários artigos deste estudo.

No Brasil, vários grupos de pesquisa como a EMBRAPA, USP-Pirassununga em parceria com a Merial[®], Grupo Qualitas, UNESP- Jaboticabal e IZ- Sertãozinho, vêm investindo esforços e recursos para coletar dados fenotípicos tanto de características de carne e carcaça como de consumo residual alimentar, bem como para outras características de importância econômica direta, como crescimento e reprodução (ALBUQUERQUE e BALDI, 2011).

Quando compara-se o investimento e tamanho das filiações, observa-se que o Brasil, mesmo não tendo a mesma infraestrutura que a USDA (nos Estados Unidos), está em segundo lugar em produção científica, com uma pequena diferença de 3 publicações, apenas (Tabela 3).

Considerando os países que publicaram artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012 (Figura 9), observou-se que 21 publicaram 15 ou mais artigos, perfazendo 90% do total de publicações. Observa-se, ainda nesta Figura, que os cinco países que mais publicaram foram, em ordem decrescente: Estados Unidos, Brasil, Austrália, Canadá e Reino Unido, com 507, 193, 144, 127 e 70 publicações, respectivamente.

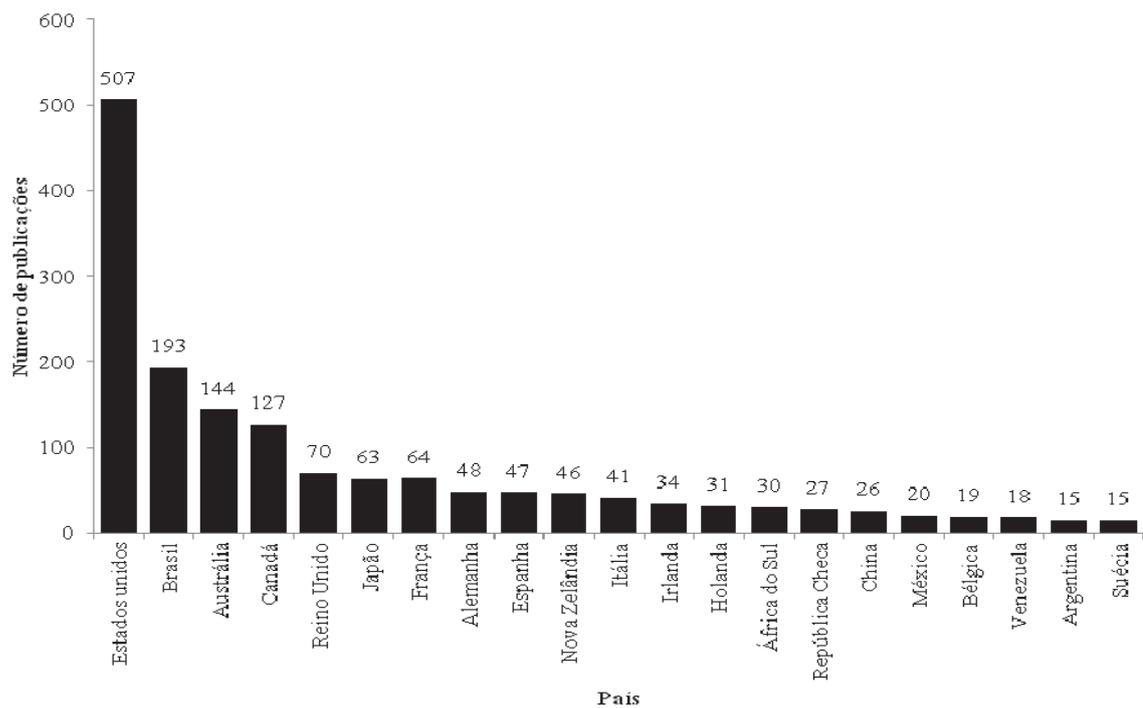


Figura 9. Descrição dos países que publicaram 15 ou mais artigos sobre melhoramento genético de bovinos de corte.

Nesse cenário, o Brasil ocupou a segunda posição com 193 publicações, demonstrando o interesse dos órgãos relacionados a pesquisa e dos autores brasileiros em aumentar o conhecimento e a produção do rebanho bovino no país. No começo do século passado, o meio científico brasileiro iniciou seus esforços no sentido de dotar o país dos meios necessários ao avanço da genética bovina. A pavimentação das atividades ficou a cargo de iniciativas governamentais, particularmente, pela estruturação de estações experimentais destinadas à atividades de seleção (EUCLIDES FILHO, 2009).

Após os trabalhos iniciais de avaliação e caracterização biológicas, iniciaram-se no Brasil, na década de 1940, trabalhos que tinham como orientação o desenvolvimento de raças nacionais, que aliasse o maior potencial da produção verificado no gado europeu, com a rusticidade e a adaptabilidade das raça importadas da Índia (EUCLIDES FILHO, 2009). z

No final dos anos 1960, surgiu uma importante iniciativa da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), que foi a criação dos Programas de Controle de Desenvolvimento Ponderal (CDP). Esse programa estabeleceu as bases necessárias a um novo impulso no melhoramento genético do zebu de corte no país (EUCLIDES FILHO, 2009). A década seguinte caracterizou-se pela estruturação das bases do melhoramento genética animal moderno, que foi possível graças ao início da formação de maior número de profissionais treinados em melhoramento genético animal e avanços computacionais. Vários trabalhos foram conduzidos com o intuito de se obter as estimativas de parâmetros necessários para a estruturação de programas de seleção e melhoramento genético (ANDRADE, 1973; DURÃES, 1975; MIRANDA et al., 1975; TORRES, 1976; EUCLIDES FILHO, 1977; FIGUEIREDO, 1977).

Nessa ótica, a avaliação genética vem se constituindo, no Brasil, em demanda crescente e no principal instrumento de transformação do potencial genético do rebanho bovino de corte. Essa é uma área que tem recebido ultimamente grandes avanços e desenvolvimentos metodológicos, no sentido de se viabilizar estimativas mais acuradas do valor genético dos animais. No âmbito do desenvolvimento metodológico, podem ser citados os trabalhos de Fries e Schenkel (1993), Brito e Fries (1994) e Albuquerque e Meyer (2005).

O grande número de publicações dos autores norte americanos reflete, provavelmente, a infraestrutura e o investimento deste país em pesquisa. Segundo Carneiro et al. (2008), atualmente, a atividade científica é altamente concentrada em países industrializados com maior participação norte americana. Em relação ao idioma utilizado na redação dos artigos científicos foi observado que o inglês predominou e constatou-se, em ordem decrescente, 1780 publicações em inglês, 87 em português, 28 em alemão, 25 em espanhol, 13 em francês e 26 em outras línguas (Tabela 4).

Tabela 4. Idiomas mais utilizados nas publicações sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Idioma	N	%
Inglês	1780	91
Português	87	5
Alemão	28	1
Espanhol	25	1
Francês	13	1
Outros	26	1
Total	1959	100

A língua portuguesa apareceu em segundo lugar, em aproximadamente 5% das publicações. O fato de o Brasil ser o segundo país em número de publicações (Figura 9) e a Revista Brasileira de Zootecnia (que aceitava, até a maior parte do período estudado, artigos redigidos em português) ser a quarta em número de publicações (Figura 7), provavelmente contribuíram para isso.

Quanto ao Fator de Impacto (FI) dos periódicos que publicaram sobre melhoramento genético bovino verificou-se um valor médio de 1,56 ($\pm 0,50$), variando de 0,70 a 2,40 para os doze primeiros colocados que publicaram 20 ou mais artigos. Quando se analisou o total de periódicos ($n=1805$), o FI médio elevou-se para 1,75 ($\pm 1,75$), variando de 0,03 a 35,53. Não houve correlação significativa entre o fator de impacto e o ano de publicação ($r= 0,03$; $p= 0,3534$) (Tabela 5).

Tabela 5. Fator de Impacto (FI) dos 12 periódicos que publicaram 20 ou mais artigos neste levantamento.

Periódicos	FI
Journal of Animal Science	2,096
Theriogenology	1,963
Livestock Production Science	1,133
Revista Brasileira de Zootecnia	0,702
Australian Veterinary Journal	0,945
Livestock Science	1,506
Journal of the American Veterinary Medical Association	1,791
Animal Reproduction Science	1,75
Australian Journal of Experimental Agriculture	1,621
Animal Genetics	2,403
Animal Production Science	1,646
Tropical Animal Health and production	1,115
Média (±dp) (n= 12)	1,56 (±0,50)
Variação	0,70 – 2,40
Média (±dp) (n= 1805)	1,75 (±1,75)
Variação	0,03 – 35,53

FI= Fator de Impacto; dp= desvio-padrão

A pequena elevação do Fator de Impacto quando todos os periódicos foram analisados deve-se ao fato de que três revistas que possuem um nível elevado de citações apareceram em 4 artigos selecionados para o estudo (*Nature Genetics* FI-35.532 em 2011 (artigo de 1997); *Science* FI-31.201 em 2011 (artigos de 1998 e 2002); *Nature Biotechnology* FI-23.268 em 2011 (artigo de 2010)). Existem pesquisadores que consideram o fator de impacto de uma revista como primordial durante a seleção para publicação de seus resultados. Contudo, há os que não adotam esse tipo de critério (PINTO e ANDRADE, 1999).

Além dos resultados do número de citações de artigos serem usados como indicadores do fator de impacto, são também usados para aplicar e descrever associações técnicas entre a pesquisa científica e o desenvolvimento da tecnologia (CHIA LO, 2008).

Todavia, essa proporção de citações a referências recentes depende da área em que os trabalhos são publicados. Em outras palavras, pode-se dizer que o tempo de pertinência dos conhecimentos produzidos varia de acordo com o ritmo de atualização de cada área da

ciência. Por exemplo, trabalhos em ciências sociais e ciências aplicadas, como as engenharias e a computação, apresentam altíssimas proporções de trabalhos que não são citados nos primeiros cinco anos após sua publicação; enquanto os trabalhos em ciências biológicas, na qual se insere a genética, são citados assim que publicados (GROESSER, 2012).

No caso brasileiro, a dificuldade inerente a esse processo avaliativo é acentuada pela falta de políticas científicas nacionais; avaliadores precisam qualificar a produção intelectual a partir de padrões presumidamente absolutos de qualidade acadêmica. Mesmo que eles realmente existam são difíceis de quantificar em larga escala e não resolvem a questão da prioridade científica (STREHL, 2005).

Strumpf (1994) relata que o sistema de avaliação científico brasileiro padece pela falta de informação sobre características das publicações nacionais e também pela proliferação de artigos publicados em periódicos que não passam do primeiro fascículo. As áreas que produzem conhecimentos de interesse regional dispõem, em sua maioria, de canais de pouca tradição para divulgar seus resultados de pesquisas. As dificuldades, basicamente de ordem financeira, enfrentados por editores científicos no Brasil, são as principais razões para explicar a falta de publicações solidamente estabelecidas.

As oito raças que mais foram citadas nos artigos relacionados ao melhoramento genético de bovinos de corte neste levantamento foram, em ordem decrescente: Angus, Hereford, Charolês, Simental, Nelore, Brahman, Limousin e Wagyu, com 406, 275, 169, 133, 116, 104, 103 e 63 citações, respectivamente (Figura 10).

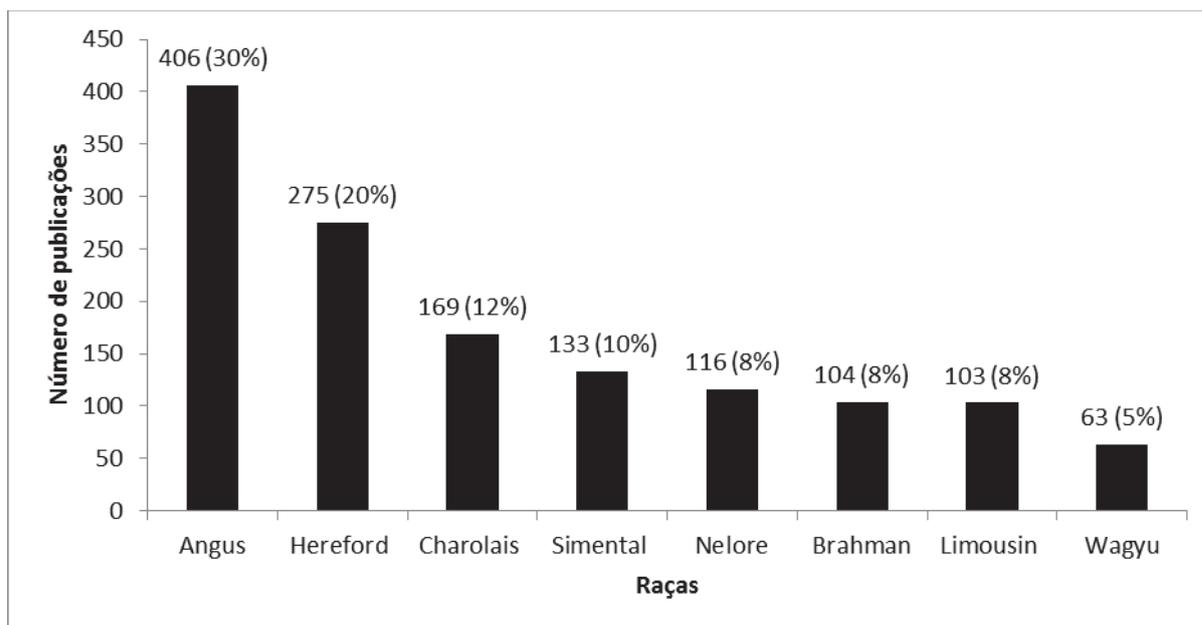


Figura 10. Raças que mais foram citadas nas publicações sobre bovinocultura de corte entre 1964 e 2012.

No presente levantamento, observa-se na Figura 10 que as raças Nelore e Brahman pertencem ao grupo dos zebuínos e as demais raças pertencem ao grupo dos taurinos. Assim, as raças zebuínas (como por exemplo, Nelore e Brahman quinto e sexto lugares na Figura 10, respectivamente), se adaptam muito melhor ao clima brasileiro do que as raças taurinas (como por exemplo, Angus, Simental, Limousin e outras) (MEIRELLES, 1999). No entanto, identificou-se uma tendência a novos estudos com a raça wagyu.

A Figura 11 mostra as principais áreas de concentração dos estudos publicados sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012. Em ordem decrescente, tem-se entre os quatro primeiros: genética, produção, carcaça e reprodução, com 596, 386, 245 e 240 citações, respectivamente.

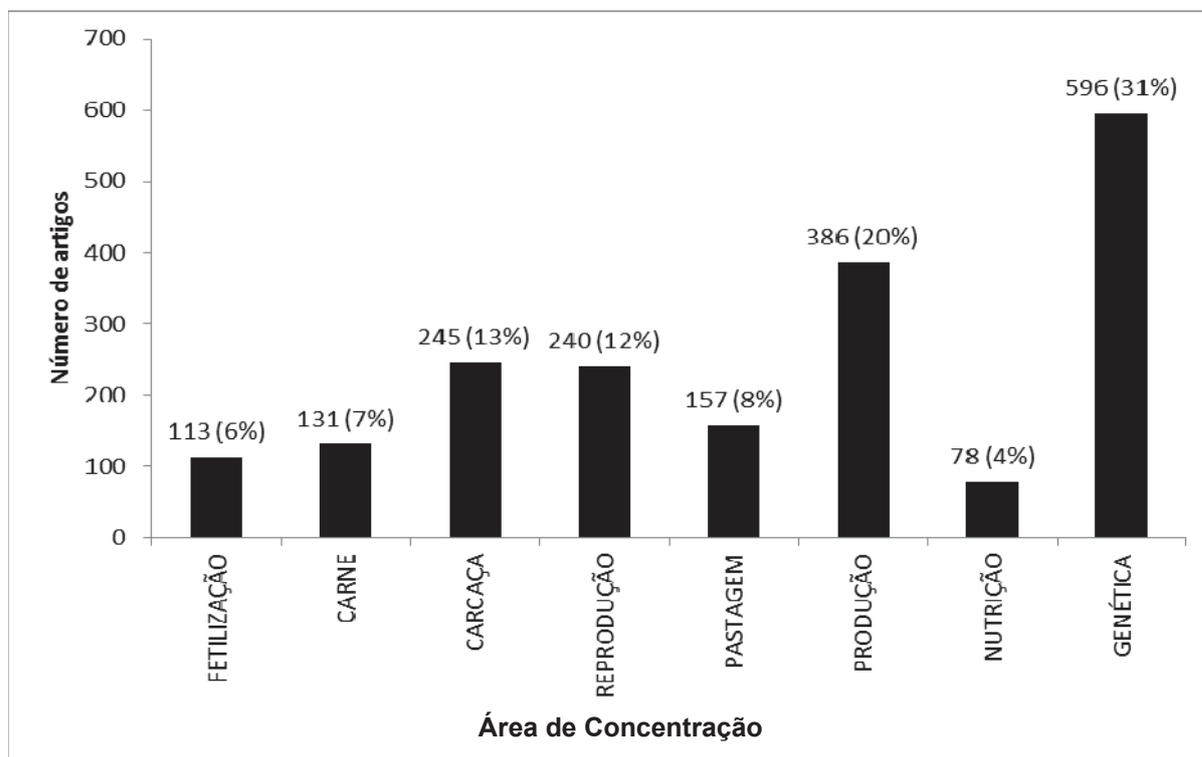


Figura 11. Áreas de maior concentração das publicações em melhoramento genético de bovinos de corte entre os anos de 1964 e 2012.

Como o objetivo deste levantamento foi verificar a produção científica na área de melhoramento genético de bovinos de corte, pode-se observar que os maiores números de publicações foram justamente nas áreas de genética e produção. O aparecimento da área carcaça em terceiro e carne em quinto lugar mostra a importância que se tem dado às características da carcaça dos animais, especialmente considerando-se a alta herdabilidade destas características, que resultam em bons resultados nos programas de seleção e, conseqüentemente, de melhoramento genético. Como a reprodução é a atividade que permite o melhoramento genético, é natural que esta área, assim como fertilização, apareçam entre as principais citadas em trabalhos sobre melhoramento genético. O aparecimento das áreas nutrição e pastagem é justificável, já que a nutrição é um ponto fundamental para a boa eficiência reprodutiva e, dentro da nutrição, a pastagem é a fonte de nutrientes principal para os animais ruminantes. Como mencionado por Euclides Filho (2009), merece discussão mais

detalhada e deve ser objeto de esforço conjunto o desenvolvimento de ações entre o melhoramento genético e outras áreas do conhecimento, especificamente áreas como nutrição/alimentação, reprodução e biologia molecular.

Além disso, segundo Euclides Filho (2009), deve ser fortalecida a maior interação entre o melhoramento genético clássico e as novas biotecnologias, dando-se ênfase ao desenvolvimento de marcadores moleculares para: características de qualidade de produto final, como maciez da carne; características de eficiência produtiva, como fertilidade; tolerância e/ou resistência a parasitas e/ou doenças e; eficiência alimentar.

A Tabela 6 mostra os principais genes envolvidos no processo de maciez e marmorização incluídos nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012. Dos artigos analisados neste levantamento, 77 citaram algum gene, na maioria responsáveis pelo processo de maciez e marmorização da carne. Os genes *CAPNI* (1/4-calpaína) e *CAST* (calpastatina), são relacionados com a maciez da carne e apareceram juntos em 62% dos artigos que fizeram menção a genes, sendo, desta forma, os mais estudados. Os genes *TG5* (tiroglobulina), *FABP4*, *LEP* (leptina) e *DGATI* (diacilglicerol o-aciltransferase), são genes relacionados com a marmorização da carne e, juntos, apareceram em 36% dos artigos (Tabela 6).

Tabela 6. Principais genes envolvidos no processo de maciez e marmorização da carne bovina citados em trabalhos de melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Gene	N	%
<i>CAPNI</i> (1/4 calpaína)	28	36
<i>CAST</i> (calpastatina)	20	26
<i>TG5</i> (tiroglobulina)	8	10
<i>FABP4</i>	5	6
<i>LEP</i> (leptina)	11	14
<i>DGATI</i> (diacilglicerol o-aciltransferase)	5	6
Total	77	100

Vários genes foram previamente identificados como possíveis responsáveis pela qualidade da carcaça e da carne em bovinos de corte, como os genes: *DGATI* que codifica a enzima diacilglicerol o-aciltransferase 1 (THALLER et al., 2003); *FABP4* parece estar envolvido na hidrólise de lipídeos e o tráfego intracelular de ácidos graxos através da interação direta e ligação ao hormônio-sensível da lipase (SHEN et al., 1999); *LEP* que codifica a proteína Leptina (BUCHANAN et al., 2002); *TG* que codifica o hormônio Tireoglobulina (BARENDSE, 1999); *CAST* que codifica a enzima calpastatina (BARENDSE, 2002); e *CAPN* que codifica as enzimas calpaínas (PAGE et al., 2002). Trabalhos têm evidenciado que as proteases neutras ativadas por íons de cálcio, denominadas calpaínas, são parcialmente responsáveis pela proteólise *pos mortem*, conduzindo ao aumento progressivo da maciez, sendo considerada uma extensão do processo de amaciamento (GEESINK e KOOHMARAIE, 1999). Provavelmente, isso explica o fato destes genes terem sido os mais estudados e citados neste levantamento (Tabela 6).

A elevada atividade da calpastatina em animais *Bos indicus*, quando comparada a animais *Bos taurus*, tem sido apontada como principal fator para explicar as diferenças de maciez entre a carne desses animais. Trabalhos realizados no exterior, entre eles Schackelford et al. (1995), sugeriram que as raças zebuínas e seus cruzamentos produzem carne menos macia do que as raças taurinas. Alguns trabalhos (CROUSE et al., 1989; JOHNSON et al., 1990; SHERBECK et al., 1995) indicaram que a marmorização e/ou a maciez da carne diminuem com o aumento da proporção de sangue zebuino (Brahman e ou Sahiwal) nos animais. Smith et al. (2000) relataram a identificação do gene da protease neutra ativada por cálcio μ -calpaína (*CAPNI*), no cromossomo 29, o qual codificaria a enzima proteolítica μ -calpaína.

Vários grupos, embora de maneira não integrada, têm desenvolvido trabalhos no Brasil visando o aumento da eficiência produtiva dos rebanhos bovinos e a melhoria da

qualidade da carne. A maciez tem sido sempre o fator essencial para o julgamento da qualidade do produto (RAZOOK et al., 2002; HEINEMANN e PINTO, 2003; MENEZES et al., 2005).

A calpastatina (*CAST*) apareceu neste levantamento como o segundo gene mais estudado/citado (Tabela 6). Segundo Koohmaraie (1988), a calpastatina é uma proteína inibidora das calpaínas, principal reguladora da atividade proteolítica no processo *post-mortem*.

Para Whipple et al. (1990), a maior maciez observada na carne dos *Bos taurus*, em relação a dos *Bos indicus*, é proveniente da menor atividade das calpastatinas, inibidor natural das enzimas calpaínas. Por sua vez, Heinemann e Pinto (2003) também buscaram avaliar os fatores que influenciam a textura da carne produzida por novilhas Nelore (*Bos indicus*) e por animais cruzados Limousin e Nelore (*Bos taurus* e *Bos indicus*) e demonstraram a maior maciez da carne das novilhas mestiças em comparação aos Nelore. Pelo exposto, a função fisiológica das enzimas, por si só, torna esses dois genes candidatos para pesquisas ligadas à qualidade da carne.

Os genes *TG5* (tiroglobulina), *FABP4*, *LEP* (leptina) e *DGATI* (diacilglicerol o-aciltransferase), estão relacionados com a marmorização da carne (Tabela 6). A marmorização da carne e à deposição de gordura intramuscular interfere nos hábitos de consumo e preço da carne (KILLINGER et al., 2004). A melhoria nessa relação entre desenvolvimento de tecido magro e deposição de gordura significa melhor conversão alimentar, menor custo à pecuária e menos pressão aos recursos mundiais de alimentos (SILLENCE, 2004).

O gene *TG* foi mapeado no cromossomo 14 em bovinos e associado ao marcador CSSM66, conhecido por sua relação com a marmorização da carne (BARENDSE, 1997). Vários estudos de associação entre marcadores localizados no gene *TG* e a marmorização da

carne foram realizados, entretanto, os resultados são contraditórios (BARENDSE et al., 2004; CASA et al., 2005; RINCKER et al., 2006; VAN EENENNAM et al., 2007).

Para Barendse (1999), um polimorfismo de nucleotídeo único (SNP – *Single Nucleotide Polymorphisms*) no gene da *tiroglobulina* (*TG5*) está associado ao marmoreio da carne em bovinos. Siqueira et al. (2007) avaliaram as frequências alélicas e genotípicas do polimorfismo *TG5* em touros das raças taurinas adaptadas ao clima tropical (Bonsmara, Caracu e Senepol) e das raças Nelore (zebuína) e Angus (taurina não adaptada). Nenhum dos touros Nelore avaliados (n=25) apresentou o alelo favorável para o marmoreio, designado nesse trabalho como alelo A. Segundo esses autores, apesar do pequeno número de animais analisados e da possibilidade desse alelo estar em frequências muito baixas na raça Nelore, esse resultado é um indicativo de que o alelo desfavorável, designado como B, possa estar fixado na população. Se esse resultado se confirmar em uma amostra maior de animais Nelore, testes de DNA para esse marcador não terão valor na seleção de reprodutores.

Casas et al. (2005) analisaram o polimorfismo *TG5* em uma população de bovinos da raça Brahman e também encontraram uma baixa frequência (3%) do alelo favorável, nesse trabalho designado de T, para grau de marmoreio em zebuínos. Esses autores encontraram associação desse polimorfismo com espessura de gordura e com área de olho de lombo, mas não com marmoreio. As frequências alélicas foram diferentes nessa população de Brahman das frequências encontradas por Barendse et al. (2004) em bovinos das raças Angus e Shorthorn. Segundo os autores, esses resultados sugerem que, para a utilização das informações de marcadores moleculares desenvolvidos em populações *Bos taurus* em populações *Bos indicus*, há necessidade do desenvolvimento de marcadores adicionais mais apropriados.

Com relação ao gene *LEP*, que codifica a leptina, uma proteína de 16-KDa produzida por adipócitos e associada à regulação da ingestão de alimentos, balanço energético, eficiência reprodutiva e deposição de gordura, Buchanan et al. (2002) analisaram um SNP (*LEP/Knp 2I*), localizado no exón 2, que é o responsável pela substituição de uma arginina (codificada pelo alelo C) por uma cisteína (codificada pelo alelo T) na sequência de aminoácidos do gene *LEP* em bovinos. O alelo T está associado com maior deposição de gordura na carcaça e o alelo C está associado com carcaças mais magras. Os autores concluíram que esse polimorfismo apresenta um efeito funcional do gene, pois está associado com deposição de gordura e com variações significativas nos níveis de mRNA detectados entre os dois grupos de animais homocigotos (TT e CC) (BUCHANAN, 2002).

Stone et al. (1996) mapearam o gene *LEP* no cromossomo 4 e, desde então, muitos polimorfismos foram descritos e associados a diversas características de interesse, desde a deposição de gordura até a fertilidade (POMP et al., 1997; BUCHANAN et al., 2002; BARENDSE, 2005; SCHENKEL et al., 2005; VAN DER LENDE et al., 2005).

Estudos de associação consolidam o gene *DGTAI* como candidato a apresentar marcadores para características vinculadas à deposição de gordura (THALLER et al., 2003; KUHN et al., 2004; TANTIA et al., 2006). Em função dos quesitos fisiológicos, é possível a classificação do *DGTAI* como candidato funcional. A frequência do polimorfismo *DGATI/Cfrl* para animais *Bos indicus* brasileiros já foi publicada (LACORTE et al., 2006).

Algumas publicações geram conflitos por não encontrar relação entre os genes e a deposição de gordura (RINCKER et al., 2006), além disso, a maioria dos estudos mencionados foram realizados com animais *Bos taurus*. Assim, o valor como possíveis indicadores para características de interesse e a segregação dos genes *LEP*, *TG* e *DGATI* precisa ser confirmado em animais *Bos indicus* (puros e/ou cruzados).

O *FABP4* parece estar envolvido na hidrólise de lipídeos e no tráfego intracelular de ácidos graxos através da interação direta e ligação ao hormônio-sensível da lipase (SHEN et al., 1999), que é uma enzima envolvida no catabolismo primário de lipídeos (TANSEY et al., 2003). Foram propostos o *FABP4* e *FABP5* como potenciais genes candidatos para a obesidade, por estarem localizados dentro de locos controladores de características quantitativas (QTLs – *Quantitative Trait Loci*) (OGINO et al., 2003).

O marmoreio é uma característica difícil de ser trabalhada, mais do que a maciez, já que sua avaliação é feita por inspeção visual da carcaça, e, portanto, trata-se de uma medida subjetiva com um erro associado consideravelmente maior em relação à maciez. Isso requer grandes amostras de animais para que a média seja estimada apropriadamente. Os estudos que tem avaliado menos do que mil animais não permitem confirmar uma associação entre marcadores de DNA e maciez (HOCQUETTE et al., 2007).

Obviamente a preferência dos consumidores tem reflexos econômicos. Por exemplo, estima-se que cerca de 45 a 50% dos bovinos criados na Austrália, especialmente para o mercado japonês, são desviados deste mercado “*Premium*” porque não atingem a marmorização adequada (BINDON et al., 1995).

Estudos nos Estados Unidos mostraram que a maioria dos consumidores, especialmente mulheres, deseja comprar carnes com menor teor de gordura e, por isso, escolhem bifes com menor marmorização (KILLINGER et al., 2004). Entretanto, esse mesmo estudo observou que os consumidores que ainda preferem maior teor de gordura entremeada associam o escore de marmorização com maior sabor e menor necessidade de temperos. Os consumidores do primeiro perfil (marmorização reduzida) estão dispostos a pagar mais pelo produto com menor teor de gordura enquanto que os consumidores de carnes com maior escore de marmorização compram carne com mais frequência (KILLINGER et al., 2004). Nos

dois casos a presença ou ausência de gordura entremeada está entre os critérios de seleção da carne citados pelos consumidores. Assim, seja qual for a preferência do mercado a ser atingido, conhecer os fatores que estabelecem a marmorização é vital para direcionar a produção e agradar os consumidores.

Salienta-se que uma parceria entre a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, e a empresa Merial[®] tem avaliado diversos marcadores moleculares em *Bos indicus* no Brasil. Esses marcadores já foram previamente associados com a maciez e marmoreio em *Bos taurus*. Outro exemplo brasileiro tem sido dado por meio do projeto *Beef Quality*, coordenado por diversas unidades da Embrapa e universidades brasileiras (HOCQUETTE et al., 2007).

Os principais marcadores moleculares utilizados ou mencionados nos trabalhos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012, foram, em primeiro lugar, os SNPs aparecendo em 52 trabalhos (70%), sendo este, portanto o mais utilizado; seguido pelos STRs (*Short Tandem Repeats*) ou microssatélites, aparecendo em 20 trabalhos (27%), e, por último, os RAPDs (*Random Amplification of Polymorphic DNA*), aparecendo em 2 trabalhos (3%) (Tabela 7).

Tabela 7. Principais marcadores moleculares utilizados (mencionados) nos trabalhos sobre melhoramento genético de bovinos de corte entre 1964 e 2012.

Marcador molecular	N	%
SNPs	52	70
STR (Microssatélites)	20	27
RAPD	2	3
Total	74	100

Os marcadores moleculares equivalem a pontos de referência na observação do genótipo ou também definidos como toda e qualquer característica herdável e presente no

DNA que diferencia dois ou mais indivíduos (SALMAN et al., 2009). Assim, um marcador molecular corresponde a toda e qualquer variação oriunda de um gene expresso ou de um seguimento específico de DNA (correspondente a regiões expressas ou não do genoma) (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

A utilização de marcadores tem como vantagens: o grande polimorfismo, que seria a coexistência de alelos múltiplos em um *locus*; o fato dos marcadores não sofrerem influência do ambiente; de terem, geralmente, características codominantes e; a possibilidade de avaliar um indivíduo a partir de suas células ou tecidos (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

A principal classe de marcadores empregados para verificar genes de qualidade da carne são os SNPs. Este recurso poderá refinar os mapas genéticos, promovendo uma fonte própria de marcadores para uso em grande escala (FAHREUNKRUG, 2001); corroborando com os resultados apresentados na tabela 7, onde os SNPs foram os marcadores mais utilizados nos trabalhos.

Os SNPs abrangem uma das classes mais gerais de polimorfismos, que são mais frequentes que os marcadores microssatélites, e são uniformemente distribuídos por todo o genoma (LEWIN, 2001), tornando-se, por este motivo, importantes para a análise genética, com maior estabilidade quando comparado aos microssatélites (REGITANO e COUTINHO, 2001). Estas características os tornam excelentes marcadores para gerar mapas genéticos densos, que delimitam a menor região genômica que contém um QTL (*Quantitative Trait loci* – loco responsável por características quantitativas), tais como os necessários para avaliar a potencial contribuição de um determinado gene para um distúrbio complexo (LEWIN, 2001).

Os marcadores microssatélites são trechos de DNA constituídos em unidades repetidas de dois, três ou quatro nucleotídeos e localizados dentro de regiões de sequência única com número menor do que 100 pares de nucleotídeos. O número de unidades de nucleotídeos

repetidas contidos dentro de qualquer microssatélite pode diferir entre os dois cromossomos homólogos de um animal e entre animais na população. Um determinado microssatélite é, portanto, um *locus* polimórfico e os diferentes números de unidades repetidas em um determinado microssatélite constituem os alelos deste *locus* (LEWIN, 2001).

Uma característica fundamental dos marcadores RAPD é o fato deles se comportarem como marcadores dominantes detectando apenas um gene e não diferencia os genótipos homozigotos dos heterozigotos. As vantagens destes marcadores são uma maior rapidez e simplicidade das etapas e necessidade de quantidade mínima de DNA para a análise genotípica, enquanto que a principal limitação é o baixo conteúdo de informações genéticas por loco, pois apenas um loco irá ser detectado (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

A identificação de marcadores moleculares relacionados à qualidade de carne faz da MAS (*Marker Assisted Selection*) uma ferramenta auxiliar nos programas de seleção, com o objetivo de minimizar os problemas enfrentados pela pecuária (SILLENCE, 2004) no tocante a qualidade de carne produzida e comercializada.

A utilização de marcadores moleculares como ferramenta para a identificação dos animais que possuam carne com maior maciez é justificável, tendo, como principal razão, o seu uso em animais *Bos indicus*, que, historicamente, têm uma carne com menor maciez, quando comparado a animais *Bos taurus*, e por representarem o pilar da produção de bovinos de corte nos trópicos. Os marcadores moleculares poderão trazer um grande ganho genético para a bovinocultura de corte, pois, diminuem o tempo gasto para a avaliação dos animais, não sendo necessário o animal atingir a idade produtiva, podendo ser avaliados já na fase embrionária, acarretando maior eficiência no processo de seleção (OLIVEIRA, 2009). Entretanto, há necessidade de validação do uso de marcadores moleculares comercializados

com animais *Bos indicus*, em decorrência de terem sido desenvolvidos em genótipos de animais *Bos taurus*.

6 CONCLUSÃO

Com base no levantamento realizado sobre a produção científica em relação ao melhoramento genético da qualidade da carne e genes relacionados, conclui-se que:

- Foram encontrados 1946 trabalhos publicados entre 1964 e 2012, conforme os critérios para seleção dos artigos, sendo 1156 no período entre os anos de 2000 a 2012, e 790 referentes aos anos de 1964 a 1999.
- Dentre os autores que mais publicaram o norte americano Cundiff, L.V. publicou 54 artigos ficando em primeiro lugar (e pertence a USDA), e o autor brasileiro que mais publicou foi Lôbo, R.B. com 22 artigos em nono lugar.
- As revistas que mais publicaram sobre melhoramento genético foram: *Journal of Animal Science* (696 artigos), *Theriogenology* (94 artigos), *Livestock Production Science* (54 artigos), *Revista Brasileira de Zootecnia* (50 artigos) e *Australian Veterinary Journal* (37 artigos).
- Houve um aumento expressivo no número de trabalhos publicados na área a partir do final da década de 1980, acentuando-se depois do ano de 2004 com associação significativa entre o número de artigos por ano ($p < 0,0001$).
- Os genes mais citados nos artigos analisados foram: *CAPN1* (36%), *CAST* (26%), *LEP* (14%), *TG5* (10%), *FABP4* (6%), *DGATI* (6%); referentes ao melhoramento genético de bovinos de corte, no período analisado. Os genes *CAPN1* e *CAST* foram os mais citados e são os mais importantes, pois estão relacionados ao processo de maciez da carne.

Uma vez conhecidos os marcadores moleculares mais relevantes para seleção de características economicamente importantes, o melhoramento genético, por meio da seleção

dos marcadores moleculares, irá beneficiar a pecuária brasileira. Há possibilidade dessa seleção se integrar as demais biotecnologias disponíveis no Brasil, como a inseminação artificial, a transferência de embriões, a produção *in vitro* de embriões além da sexagem dos espermatozóide. Identificar e multiplicar os melhores animais poderá aperfeiçoar significativamente o ganho genético a cada geração, impulsionando a produtividade da pecuária.

A análise cienciométrica permitiu observar que os dados da produção científica sobre melhoramento genético de bovinos estão de acordo com o que se observa no mercado da bovinocultura de corte, aonde se destacam países como, Estados Unidos e Brasil. Outros estudos poderão ser realizados para confirmar os dados obtidos no presente trabalho.

7 REFERÊNCIAS

AAA- AMERICAN ANGUS ASSOCIATION. The business breed. Disponível em: <http://www.angus.org/sireeval/avarages.html> Acesso em: jun 2005.

ALBURQUERQUE L, G.; BALDI, F. Presente e Futuro do Melhoramento Genético no Brasil. **FCAV- Unesp- Jaboticabal- Brasil**, 2011. Disponível em: [http://www.cigeneticabovina.com.br/downloads/2ac47288_presente_e_futuro_do_melhoramento_genetic_no_Brasil_\(1\).pdf](http://www.cigeneticabovina.com.br/downloads/2ac47288_presente_e_futuro_do_melhoramento_genetic_no_Brasil_(1).pdf). Acesso em: jun 2013.

ALBURQUERQUE, L.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth of Nelore cattle applying a parametric correlation structure to model within- animal correlations. **Livestock Production Science**, v.93, p.213-222, 2005.

ALVES, D.D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.135-149, 2005.

ANDRADE, V.J. **Efeitos de meio herança sobre o peso de bezerros da raça Guzerá aos 205 dias de idade**.1973, Tese de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.67, 1973.

ANUALPEC 2011: Anuário Estatístico da Pecuária de Corte. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2011.

ARENAS, J.L et al. Una visión bibliométrica de La investigación em bibliotecología y ciência de La información de América Latina yel Caribe. **Revista Española de Documentación Científica**. V.23, n.1, p. 45-62, 2000.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat: Aplicações estatísticas na área de ciências biomédicas**. 4 ed. Belém, 2007.

BARENDSE, W.J et al. Medium-density genetic linkage map of the bovine genome. **Mammalian Genome**, v.8. p.21-28, 1997.

BARENDSE, W.J. Assessing lipid metabolism. Patent, International Publication number: WO99/23248 **World International Property Organization**, 1999.

BARENDSE, W.J. DNA markers for meat tenderness International patent application PTC/AU02/00122 (International patent application W002/064820a1) World International property Organization, 2002

BARENDSE, W.J.; BUNCH, R.; THOMAS, M.; ARMITAGE, S.; BAUD, S.; DONALDSON, N. The TG5 thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci evaluates in feedlot cattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, VI, v.44, n.7, p.669-674, 2004.

BARENDSE, W.J.; BUNCH, R.J.; HARRISON, B.E. Leptin C73T missense mutation is not association with marbling and fatness traits in a large gene mapping experiment in Australian cattle. **Animal Genetics**, v.36, p.71-93, 2005.

BELEW, J.B.; BROOKS, J.C.; MCKENNA, D.R.; SAVELL, J.W. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**. Texas, v.64, p.507-512, 2003.

BIF- BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. Guidelines for Uniform beef Improvement programs, 8 edição, 2002.

BINDON, M.; EGAN, A.F.; ENTWISTLE, K.W.; HOLROYD, R.G.; HOPPE, A.; HUNTER, R.A.; ODDY, V.H. Meeting market specifications for beef. In: Proceedings of MEAT'95: **The Australian Industry Conference**, 1995, Canberra. Proceeding... Canberra: CSIRO, 1995, p.211-215.

BRITO F.V.; FRIES, L.A.; Proposta de um método para avaliação genética de bovinos, Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.23, p.181-188, 1994.

BUCHANAN, F.C.; FITZSIMMONS, C.J.; VAN KESSEL, A.G.; THUE, T.D.; WINKELMAN-SIM, D.C.; CHMUTZ, S.M. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. **Genetic Selection Evolutions**, les Ulis Cedex. V. 34, n.1, p.105-116, jan-feb, 2002.

CARNEIRO, F.M.; NABOUT, J.C.; BINI, L.M. Trends in the scientific literature on phytoplankton limnology, v.9, p.153-158, 2008.

CARVALHO, M.E. **Estudos de genes associados com a maciez de carne em bovinos da raça Nelore**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências)- Escola Superior Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

CARVALHO, P.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; BINI, L.M. "The impact of Felsenstein's phylogenies and comparative method on evolutionary biology", **Scientometrics** 62 (1): 53-66. 2005.

CASAS E. et al. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosome 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.83, n.1, p 2661-2668, 2005.

CHIA LO, S. Patent coupling analysis of primary organizations in genetic engineering research, *Scientometrics*, v.74, p. 143-151, 2008.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal Animal Science*, Albany, v.67, p. 2661-2668, 1989.

DEKKERS, J.C.M.; ROTHSCILD, M.F.; MALEK, M.M. Potencial e aplicação de seleção assistida por marcadores para qualidade de carne. In: **2ª Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína**, 2. Ames. P. 1-24 2001.

DELGADO, C. et al. The Next Food Revolution- International Food Policy Research Institute, **Livestock to 2020**, Washington, 2001

DUARTE, F.O.S. **Fatores relacionados a maciez da carne**. Seminários aplicados do programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG. Dissertação de Mestrado, 2011.

DURÃES, M.C. **Causas de variação de peso de bezerros ¾ holandês-Guzerá aos 90 dias de idade**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 58, 1975.

ELSIK, C.G.; TELLAM, R.L.; WORLEY, K.C. The genome sequence of taurine cattle: a window to ruminant biology and evaluations. *Science*, v.324 p.522, 2009.

FAHRENKRUG, S.C. Pig genetic comparative mapping with EST- Associated SNPs. **Plant and Animal Genome**. IX Conference, San Diego, p. 13-17. 2001. Disponível em: http://www.intl-pag.org/9/abstracts/W56_03.html Acesso em: 28 de março 2013.

FARIA, C.U., LÔBO, R.B., MAGNABOSCO, C.U., et al. Impactos da pesquisa científica no melhoramento genético de bovinos de corte para qualidade da carne. **PUBVET**, Londrina, v.2, n.31, Ago 1, 2008. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/texto_php?id=297 Acesso em: setembro, 2012.

FELICIO, P.E. Fatores ante e pos mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Org.) **Produção de Novilho de Corte**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. v. único, p.79-97.1997.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3 ed. Brasília: **Embrapa- Cenargen**, p.220, 1998.

FIGUEIREDO, G.R. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de peso e ganhos de peso de animais Nelore após a desmama.** Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.49, 1977.

FILHO E.K. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos e ganhos de peso em bezerros nelore , no período de aleitamento.** Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.51, 1977.

FILHO, E.K. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. **Rev. Ceres**, Viçosa v.56, n.5, p. 620-626, 2009.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC 2011:** anuário da pecuária brasileira, São Paulo: Ed. Argos Comunicações, p.378, 2011.

FRIES L.A.; SHENKEL, F.S. Estimation and prediction under a selection model.In: 30ª Reunião **Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Rio de Janeiro. Palestras dos simpósios, SBZ. p.1-22, 1993.

GARG, K.C. An overview of cross-national, national, and institutional assessment as reflected in the international Journal Scientometrics. **Scientometrics**, v.56, n.2, p.169-199. 2003.

GEESINK, G.H.; KOOHMMARAIE, M. Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by μ -calpain under postmortem conditions. **Journal of Animal Science**, Albany, v.77. p.2685-2692, 1999.

GOLDFINCH, S.; DALE, T.; DEROUWN, K,. Science from the periphery: Collaboration, net works and “periphery effects” in the citation of New Zeland Crown. Research Institute articles, 1995-2000, **Scientometrics** v.57, p.321-337, 2003.

GRANOVSKY, Yuri V. Is is possible to measure science? V.v. Nalimov’s research in scientometrics. **Scientometrics**, v.52 n.2, p.127-150, 2010.

GROESSER, S.N. Dynamics of Journal Impact Factors, **Syst. Res.** V.29, p.624-644, 2012.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade da carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23 (supl.)p.146-150, 2003.

HERRERO-SOLANA, V. ; RÍOS-GÓMEZ, C. Producción in El Social Scince Citation Index (SSCI) 1966-2003. **Information Research**, v.11, n.2, jan, 2006.

HOCQUETTE, J.F.; RENAND, G.; LEVEZIEL, H.; PICARD, B.; CASSAR-MALEK, I. Genetic effects on beef meat quality. França, p.13-19. 2005. Disponível em http://www.bsas.org.uk/downloads/BQ_May05.pdf Acesso em: janeiro, 2013.

IBAÑEZ, E.N.; GONZALES, R.O. Review, pitfalls and challenges of genomic selection in breeding programs. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.9(2), p.404-413, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Indicadores IBGE: **Estatística da produção pecuária marco de 2008**. Rio de Janeiro, 37 p., 2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Indicadores IBGE: Estatística da rebanho bovino brasileiro 2012. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/noticias?view=noticias&id=1&busca=1&idnoticia=2241> Acesso em: jan 2013.

JOHNSON, D. D.; HUFFMAN, R. D.; WILLIAMS, S.E. Effects of percentage Brahman and Angus breeding age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.68, n.7, p.1980-1986, 1990.

KAVUNENKO; GONCHAROV, G.M. Dobrov and science of science and of science, n.1 p.9-23, 2009.

KILLINGER, K.M.; CALKINS, C.R.; UMBERGER, W.J.; FEUZ, D.M.; ESKRIDGE, K.M. Consumer visual preference and value for beef steaks differing in marbling level and color. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3288-3293, 2004.

KOOHMARAIE, M. The role of endogenous proteases in meat tenderness. In: Reciprocal meat conference, 41, 1998, Wyoming Proceedings... Champaign AMSA, p. 89-100, 1988.

KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M. P.; SHACKELFORDS, S. D. Understanding and Managing Variation in Meat Tenderness. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003.

KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D. Beef tenderness: regulations and prediction. Nebraska: USDA, ARS, U.S. Meat Animal Research Center, p.11, 1994

KUHN, C.; THALLER, G.; WINTER, A.; BININIDA-EMONDS, O.R.P.; KAUPPE, B.; ERHARDT, G.; BENNEWITZ, J.; SCHWERIN, M.; FRIES, R. Evidence for multiple alleles at the DGAT1 locus with major effect on milk fat content in cattle. *Genetics* v.167, p.1873-1881, 2004.

LEIMU, R. KORICHEVA, J. Does Scientific collaboration increase the impact of ecological articles. **BioScience**, v.5, p.153-158, 2005.

LEWIN, B. Genes VII. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2001.

LIMA-RIBEIRO, M.S.; MELO, T.L.; COSTA, S.S.; RANGEL, T.F.L.V.B. Análise cienciométrica em ecologia de populações: importância e tendência dos últimos 60 anos, ACTA Scientiarum. **Biological Sciences**. v.29, p. 39-47. 2007.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária de Carne bovina. 1. Ed. São Paulo: **LinBife**. V.1, p.134-135. 2000.

MAGNABOSCO, C.U.; BARBOSA, V.; SAINZ, R.D.; MANICARDI, F.; CUNHA, F.A.C.; FARIA, C.U.; TROVO, J.B.F.; BEZERRA, A.L.F.; LÔBO, R.B. Introdução de novas DEP's de carcaça no aumento da eficiência de produção da raça Nelore. In: **3º Seminário da Marca OB**, 3. 2005. Cuiabá-MT (CD-ROM).

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Brasil. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> Acessado em: maio, 2007.

MARCODES, C. R. **Análise bayesiana da probabilidade de permanência no rebanho como características de seleção para a raça Nelore**. Tese (Doutorado em Genética), 2005, 83 f. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MEIRELLES, F.V. et al. Is the American zebu really *Bos indicus*? **Genetic Molecular Biology**, v.22. n.4, p.543-546, 1999.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.L.; VAZ, F.N.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, A.K. de; METZ, P.A.M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, Minas Gerais, v.34, n.3, p.946-956, maio/jun. 2005.

MILLER.S. Genetic improvement of beef cattle through opportunities in genomics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.247-255, 2010.

MIRANDA, J.J.F. ; CARNEIRO, G.G. ; TORRES, J.R.; SILVA, M.A. Heritabilidade de peso ao nascimento de bezerros da raça Guzerá. **Arquivos da Escola de Veterinária**, v.27, p.15-22, 1975.

MOYA-ANEGÓN, F.; HERRERO-SOLANA, V. Visibilidad internacional de La producción científica iberoamericana in biblioteconomía y documentación (1991-2000). **Ciência da Informação**, Brasília, v.31, n.3, p. 54-65, set/dez 2002.

NONATO, M.S.R. produção científica: Por que medir? O que medir? **Revista digital de Biblioteconomia e Ciência da informação**, v.1, n.1, p.22-38. 2003.

OGINO T.; MORALEJO, D.H.; KOSE, H.; YAMADA, T.; MATSUMOTO, K. Serum leptin concentrations is linked to chromosomes 2 and 6 in the OLETF rat an animal modelo type 2 diabetes with mild obesity. **Mammalian Genome**, v.14 p.839-844, 2003.

OLIVEIRA, A. L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.33, p.7-18, 2000.

OLIVEIRA, H.N. **Comparação de critérios de seleção em bovinos de corte**. 2003. Tese de Livre-docência- Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.

OLIVEIRA, L.B. Marcadores moleculares relacionados à maciez da carne bovina. **Seminário I do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal**. Campo Grande-MS, 2009.

OTREMBA, M.M.; DIKEMAN, M.E.; MILLIKEN, G.A.; STRODA, S.L.; UNRUH, J.A.; CHAMBERS, E. Interrelationships among evaluations of beef longissimus and semitendinosus muscle tenderness by Warner-Bratzler shear force, a descriptive texture profile sensory panel, and a descriptive attribute sensory panel. **Journal of Animal Science**, Kansas, v.77 n.4, p. 865-873, 1999.

PAGE, B.T.; CASAS, E.; HEATON, M.P.; CULLEN, N.G.; HYNDMAN, D.L.; MORRIS, C.A.; CRAWFORD, A.M.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; KEELE, J.W.; SMITH, T.P.L.; Evaluations of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.12, p.3077-3085. 2002.

PAZ, C.C.P.; LUCHIARI FILHO, A. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovino. **Pecuária de corte**, n.101, p.58-63, 2000.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001, 3ª Ed. p. 171.

PEROTTO,D. Raças e cruzamentos na produção de bovinos de corte. **SENAR**, p.77, 2008.

PETERES, R.H. A critique for ecology, **Cambridge University Press**, Cambridge, New York, 1991.

PINTO, A.C.; ANDRADE, J.B. Fator de Impacto de Revistas Científicas: Qual o significado deste parâmetro? **Química Nova**, 22: 448-453. 1999.

POMP, D.; ZOU, T.; CLUTLER, A.C.; BARENDSE, W. Mapping of leptin to bovine chromosome 4 by linkage analysis of PCR- based polymorphism. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1784-1793, 1997.

PRICE, D.J de Solla. Little science, big science. New York: Columbia University Press, 1963.

PRICE, D.J. de Solla. The Equatorie of the Planetis. Cambridge: The University Press, 1955. P.214. A manuscript treatise ascribed to Chaucer, with a linguistic analysis by R.M. Wilson;

PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.75, p.2955-2961, 1997.

RAMSEY,C.B.; COLE, J.W.; MEYER, B.H.; TEMPLE, R.S. Effects of type and breed of British, zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels. **Journal of Animal Science**, Albany, v.22. n.4, p. 1001-1008, 1963.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; RUGGIEREI, A. C.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzará e Caracu de Sertãozinho- SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, Minas Geras, v. 31, n.3, p.1367-1377, maio/jun, 2002. Suplemento.

REGITANO, L.C.A.; COUTINHO, L.L. Biologia molecular aplicada à produção animal. Brasília: **Embrapa informação tecnológica**, p.215. 2001.

REMAND.G.; PICARD, B.; TOURAILLE, C.; BERGER, P.; LEPETIT, J. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, jouy-en-josas, v.59, p.49-60, 2001.

RESTLE. J.; VAZ, F. N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.34. 2003.

RINCKER, C.B.; PYATT, N.A.; BERGER, L.L.; FAULKNER, D.B. Relationship among GenesStar marblinh marker, intramuscular fat deposition and expected progeny differences in early weaned Simmental Steers. **Journal of Animal Science**, Nebraska, v.84, p.686-693, 2006.

ROGRIGUES, V.C.; ANDRADE, I. F. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p. 1839-1849, 2004.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: Congresso Brasileiro das raças zebuínas, 2. 1996, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 1996.

SALMAN, A.K.D; GIACHETTO, F.; MALAGO JR. W. Marcadores moleculares na bovinocultura de corte. REDVET. **Revista eletrônica de veterinária**, v.10, n.2, 2009.

SCOPUS. What does scopus cover? Disponível em: <http://www.info.sciverse.com/scopus/scopus-in-detail/facts/> Acesso em: abril, 2013.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F.; CROUSE, J.D.; REAGAN, J.O. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.69, p.171-177, 1991.

SHACKELFORDS, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v.73, n.11, p.3333-3340, nov, 1995.

SHEN, W.J.; BERNLOHR, K.; SRIDHAR, D.A.; KRAEMER, F.B. Interaction of rat hormone- sensitive lipase with adipocyte lipidbinding protein. **Proceedings of the national academy of sciences of the United States of American** v.96, p.5528-5532, 1999.

SHERBECK, J.A.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; MORGAN, J.B.; SMITH, G.C,. Feedlot performance, carcass traits and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman streers. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL v.73 n.12, p.3613- 3620 Doc. 1995.

SILLENCE, M.N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The veterinary journal**. Austrália, v.167, p.242-257, 2004.

SIQUEIRA, F. ; JÚNIOR, R.A.A.T.; REGITANO, L.C.A. FEIJÓ, G.L.D. Genética Molecular aplicada a qualidade da carne bovina. Campo Grande: **Embrapa gado de corte**. 2007. p 42. Disponível em <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc170/.pdf> Acesso em: Agosto, 2012.

SMITH, G.C. Factors affecting the palatability of beef. In: FUTURE BEEF OPERATIONS SEMINAR. 2001. **Proceedings...** Disponível em: <http://cinsci.colostate.edu/ran/beef/index.html> Acesso em: abril, 2013.

SMITH, T.P.L.; CASA, E.; REXROAD III, C.E.; KAPPES, S.M.; KEELE, J.W. Bovine CAPN maps to a region of BTA29 containing a quantitative trait locus for meat tenderness. **Journal of Animal Science**, Albany, v.78, n.10, p.2589-2594, 2000.

SPINAK, E. Dicionário enciclopédico de Bibliometria, cienciometria e informetria. Montevideu, 245 p. 1996.

STONE, R.T.; KAPPES, S.M.; BEATTIE, C.W. The bovine homologue of the obese gene maps to chromosome 4. **Mammalian Genome**, v.7 p.399-400,1996.

STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da Informação**, Brasília 34: 19-27. 2005.

STRUMPF,I.R.C. Revista Universitária: Projeto inacabado.1994. Tese (Doutorado em Comunicação) Curso de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, da Universidade de São Paulo, 1994.

TANSEY, J.T.; HUML, A.M.; VOGT, R.; DAVIS, S.R., JONES, J.M.; FRASER, K. A.; BRASAEMBLE, D.L.; KIMMEL, A. R.; LONDOS, C. Funcitonal studies on native and mutated forms of perilipins. A role in protein kinases A-mediated lipolysis of triacylglycerol. **Journal of Biological Chemistry**, v.278, p.8401-8406, 2003.

TANTIA, M.; VIJH, R.K.; MISHRA, B.P.; MISHRA, B.; BHARANI. KUMAR, S.T.; SODHI, M. DGAT1 and ABCG2 polymorphism in Indian cattle (*Bos indicus*) and buffalo (*Bubalus bubalis*) breeds Bio- Med Central. **Veterinary Research**, v.2 p.32, 2006.

THALLER, G.; KUHN, C.; WINTER A.; EWALD, G. BELLMANN, O.; WEGNER, J.; ZUHLKE, H.; FRIES, R. DGAT1, a new position and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. **Animal Genetics**, v.34 p.354-357, 2003.

TONHATI, H.; MARCONDES, C.; LÔBO, R.B. Sumários e Aplicações In: **Workshop Seleção em Bovinos de Corte**. 2003.

TORRES, R.A.A.; **Fontes de variação dos ganhos de peso médios diários de bezerros da raça Guzará no período de aleitamento**. Tese de Mestrado. 1976.

USDA Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/pandp/locations/NPSLOCATION.htm?modecode=02-08-00-00>. Acesso em: junho 2013.

VALENTE, J.A . O computador na sociedade do conhecimento. Campinas SP: UNICAMP/NIED, p. 156, 1999.

VAN EENENMA A.L.; LI, J.; THALLMAN, R.M.; QUAAS, R.L.; DIKEMAN, M.E.; GILL, C.A.; FRANKE, D.E.; THOMAS, M.G. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits, **Journal of Animal Science**, v.85, p.891-900, 2007.

VAN RADEN, P. M.et AL. Inveted review reliability of genomic prediction for North American Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, 92: 16-24, 2009.

VANTI , N. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v.31, n.2, p.152-162, maio/ago. 2002.

VANTI, N. A cientometria Revisitada à luz da expansão da ciência, da tecnologia e da inovação. V.5 n.3, p.05-31, 2011.

VINKLER, P. Na attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometrics puposes. **Scientometrics**, v.13 n.5-6, p.239-59, 1988.

WARRIS, P.D. An Introductory text. **Meat Science**. New York: CABI Publishing, p.309, 2000.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Characterization of biological types of cattle (cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v.74, n.5, p. 1023-1035, 1996.

WHIPPLE.G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect Longissimus muscle tenderness in *Bos tarurus* and *Bos indicus*. **Journal of Animal Science**, Albany, v.74, p.2394, 1990.