

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**META-ANÁLISE DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE NOVILHAS E
VACAS PRIMÍPARAS DE CORTE**

LIDIANE RAQUEL ELOY

Zootecnista - UFSM
Mestre em Zootecnia - UFSM

Tese apresentada como um dos requisitos para a obtenção do grau de Doutora
em Zootecnia
Área de Concentração em Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2017.

CIP - Catalogação na Publicação

Eloy, Lidiane Raquel
META-ANÁLISE DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE
NOVILHAS E VACAS PRIMÍPARAS DE CORTE / Lidiane
Raquel Eloy. -- 2017.
140 f.

Orientadora: Carolina Bremm.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Meta-análise. 2. Manejo do rebanho de cria no
Rio Grande do Sul. 3. Reproductive performance of
heifers and primiparous cows: a meta-analysis. 4.
Reproductive performance of cattle: a meta-
analytical approach. 5. Meta-analysis of
reproductive performance of heifers and primiparous
cows. I. Bremm, Carolina, orient. II. Título.

LIDIANE RAQUEL ELOY
Zootecnista e Mestre em Zootecnia

TESE

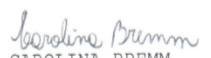
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de


DOUTORA EM ZOOTECNIA

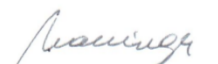
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

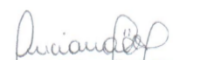
Aprovada em: 30.03.2017
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 17.05.2017
Por

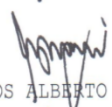

CAROLINA BREMM
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientadora


PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


CARLOS NABINGER
PPG Zootecnia/UFRGS


LUCIANA PÖTTER
Dep. de Zootecnia/UFSM


EMILIO A. LACA
UC Davis / EUA


CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade a que me foi atribuída, de participar do seu sistema de aprendizado e utilizar dos seus recursos e instalações, permitindo assim concluir mais esta etapa de meu conhecimento.

A CAPES pelo incentivo financeiro de apoio a minha formação. Ao CNPQ pelo fornecimento da bolsa para realizar meu tão sonhado doutorado-sanduiche na University of California, Davis.

Agradeço do fundo do meu coração a minha família: a meus pais, Arildo e Gladis, pela educação, amor incondicional, apoio, pelos conselhos, pela alegria com que me recebem sempre que eu chego em casa e por me ensinarem desde pequena a nunca desistir, a sempre lutar para alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos, Aline e Eduardo, aos meus cunhados Luciano e Daiane e ao meu sobrinho Bernardo, pela amizade, pelo companheirismo e pela força dada.

Ao professor Lobato, por ter aceitado ser meu orientador, por acreditar no meu trabalho, pela confiança e pelos ensinamentos, pela confiança depositada em mim, por ser um exemplo de profissional e de ser humano.

À Carol, minha orientadora, pela orientação e ensinamentos, pelo carinho, pela amizade e por todos os conselhos e conversas agradáveis durante esses anos. Por ter me abraçado e abraçado a minha tese no momento em que isso foi necessário.

À profe Lú, pelo carinho, pelos conselhos e pelas palavras ditas. Por estar sempre me auxiliando, mesmo que de longe, por segurar as pontas, mesmo que não sejam questões de trabalho. Por todos esses anos de convívio, de orientação, co-orientação, carinho, zelo e amizade. Por ter sempre acreditado em meus sonhos e por ter sonhado comigo. Por ser mais que uma amiga, por ser um pouco mãe também.

Ao Emilio, por ter aceitado ser meu orientador e supervisor no período em que realizei meu doutorado sanduiche na Universidade da Califórnia, Davis. Por ter me recebido da melhor maneira possível, por ter aberto as portas da Universidade para mim e por ter repassado a mim, muitos dos ensinamentos. Por ter sido não apenas um orientador, por ter sido um mestre, um guia, um amigo.

Ao Prof. Nabinger, por todas as considerações realizadas durante o período do meu doutorado, por ter aceitado ser do meu Comitê de Orientação e por poder estar presente em todas as etapas, visando sempre melhorar o meu trabalho. Por todos os ensinamentos repassados a mim, meu muito obrigada.

À Ione, eterna e insubstituível secretária do PPGZ, por ter sido sempre tão dedicada, prestativa, compreensiva e amiga.

Aos meus amigos, que estiveram sempre presentes e torcendo pelo meu sucesso. Por terem sido colegas, amigos, psicólogos. Pelo carinho com que sempre me trataram por, muitas vezes entenderem as horas de angústia, tristeza e alegria. Por estarem presentes, mesmo que a muitos mil km de distância. Por terem embarcado no sonho da Califórnia comigo e por estarem sempre presentes.

As queridas amigas-irmãs que a vida e a Graduação me deram, Sheila e Vivi, pelo companheirismo e amizade nos últimos 10 anos. Não será fácil não ter vocês diariamente no convívio.

Ao querido amigo Santiago, por ser mais que um amigo, por ser um irmão e por há anos fazer parte da minha vida. Obrigada Negrinho.

Aos amigos de doutorado sanduiche pelo excelente convívio nos EUA, pelos vinhos e maravilhosas viagens. Ao querido amigo Wallau, pelos assados maravilhosos, por todas as conversas mega produtivas, por todo auxílio e carinho, por ter sido meu irmão e muitas vezes um anjo da guarda. Por todas as dúvidas sanadas em relação a tese e por sempre estar ao meu lado. Obrigada meu amigo.

META-ANÁLISE DO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE NOVILHAS E VACAS PRIMÍPARAS DE CORTE¹

Autora: Lidiane Raquel Eloy

Orientadora: Dr^a. Carolina Bremm

Resumo: O objetivo foi avaliar, por meio de uma abordagem meta-analítica, quais os principais fatores que influenciam no desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte. Para tanto, foram utilizados, de forma agregada, dados de 3.933 novilhas e vacas primíparas de corte, provenientes de 29 estudos (dissertações e teses) e 43 experimentos. As informações relacionadas à metodologia e aos resultados de cada trabalho foram tabuladas em planilha, constituindo a sistematização dos dados. Por meio dos dados disponibilizados, três artigos foram realizados. No primeiro deles, as variáveis independentes analisadas foram: idade das novilhas (14 ou 24 meses de idade) e vacas primíparas (24 ou 36 meses de idade) no momento em que foram expostas à reprodução, tipo de pastagem (pastagens de ciclo hiberno-primaveril ou natural) e tipo racial (taurinas ou mestiças). As variáveis respostas foram os pesos e escores de condição corporal ao início e final do período reprodutivo e a taxa de prenhez. Maiores pesos corporais ao início do acasalamento e taxa de prenhez foram observados nas novilhas expostas à reprodução aos 24 meses ($325,25 \pm 1,55$ kg e $73,84 \pm 1,41\%$), nas mestiças ($321,41 \pm 2,15$ kg e $70,88 \pm 1,63\%$) e nas que pastejaram pastagens de ciclo hiberno-primaveril no pré-acasalamento ($318,34 \pm 2,01$ kg e $82,43 \pm 1,60\%$). Maiores pesos corporais foram observados nas vacas primíparas expostas à reprodução aos 36 meses de idade ($376,09 \pm 1,55$ kg), nas mestiças ($373,56 \pm 1,54$ kg) e nas que pastejaram pastagens de ciclo hiberno-primaveril ($377,80 \pm 2,29$ kg). A maior prenhez foi observada nas primíparas aos 24 meses de idade ($83,44 \pm 3,03\%$, nas taurinas ($88,53 \pm 2,61\%$) e nas que pastejaram pastagens de ciclo hiberno-primaveril ($77,68 \pm 1,93\%$). No segundo trabalho, a taxa de prenhez foi considerada a variável resposta. Foram realizadas análises de sub-grupos entre categoria animal (novilhas e vacas primíparas), idade das fêmeas no momento em que foram expostas à reprodução (14, 24 ou 36 meses de idade), tipo de pastagem (pastagens de ciclo hiberno-primaveril ou natural) e tipo racial (taurinas ou mestiças). Novilhas e vacas primíparas, expostas à reprodução apresentaram maior taxa de prenhez (80,24%). No terceiro trabalho, a variável resposta foi a taxa de prenhez. Fatores explanatórios foram categoria animal (novilhas ou vacas primíparas), peso corporal ao início do período reprodutivo, ganho médio diário durante a reprodução, tipo racial (taurinas e mestiças) e taxa de lotação. O peso ao início da reprodução influenciou 93,1% da taxa de prenhez. Por meio da presente meta-análise, a idade à qual as fêmeas foram expostas à reprodução, a raça, o tipo de pastagem utilizada no pré-acasalamento, o peso corporal ao início da reprodução e a taxa de lotação são fatores que influenciam o desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte no sul do Brasil.

Palavras-chave: peso corporal, pastagem de ciclo hiberno-primaveril, pastagem natural, taxa de prenhez

¹Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil 144p.), março de 2017.

META-ANALYSIS OF REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEIFERS AND PRIMIPAROUS COWS¹

Author: Lidiane Raquel Eloy
Adviser: Dr^a. Carolina Bremm

Abstract: The aim was to evaluate, through a meta-analytical approach, the main factors that influence the productive and reproductive performance of heifers and primiparous cows. We used, in aggregate, data from 3,933 heifers and primiparous cows from 29 studies (dissertations and theses) and 43 experiments. The information related to the methodology and the results of each work were tabulated in a spreadsheet, constituting the systematization of the data. Through the available data, three articles were made. In the first one, the independent variables analyzed were: age of heifers (14 or 24 months of age) and primiparous cows (24 or 36 months of age) at the time they were exposed to reproduction, type of pasture (winter-spring cycle or natural pasture) and breed (Taurine or crossbred). The variables responses were the weight and body condition scores at the beginning and end of the reproductive period and the pregnancy rate. Larger body weights at the beginning of the breeding season and pregnancy rate were observed in heifers exposed to reproduction at 24 months (325.25±1.55 kg and 73.84±1.41%), in crossbred (321.41±2,15 kg and 70.88±1.63%) and in those that grazed winter-spring cycle pastures in pre-mating (318.34±2.01 kg and 82.43±1.60%). Higher body weights were observed in the primiparous cows exposed to the breeding season at 36 months of age (376.09±1.55 kg), in the crossbred (373.56±1.54 kg) and in those that grazed hiberno-spring cycle (377.80±2.29 kg). The highest pregnancy was observed in the primiparous cows at the 24 months of age (83.44±3.03%), in the taurine (88.53±2.61%) and in those that grazed winter-spring cycle pastures (77.68±1.93%). In the second study, the pregnancy rate was considered the response variable. Was evaluated analysis of subgroups between animal categories (heifers and primiparous cows), age of females at the time of the breeding season (14, 24 or 36 months of age), type of pasture (winter-spring cycle or natural pasture) and breed (Taurine or crossbred). Heifers and primiparous cows, exposed to reproduction, had a higher pregnancy rate (80.24%). In the third study, the response variable was the pregnancy rate. Explanatory factors were animal category (heifers or primiparous cows), body weight at the beginning of the breeding season, average daily gain during the breeding season, breed (Taurine and crossbred) and stocking rate. Through the present meta-analysis, the age at the which females were exposed to the breeding season, breed, type of pasture used in pre-mating, body weight at the beginning of the breeding season and stocking rate are factors that influence productive performance and reproductive performance of heifers and primiparous beef cattle in southern Brazil.

Key-words: body weight, natural pasture, pregnancy rate, winter-spring cycle pasture

¹Doctoral Thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (144p.), March, 2017

Sumário

CAPÍTULO I.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	122
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Meta-análise.....	14
2.2. Manejo do rebanho de cria no Rio Grande do Sul.....	21
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	28
CAPÍTULO II.....	29
REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEIFERS AND PRIMIPAROUS COWS: A META-ANALYSIS.....	30
Abstract.....	30
Introduction.....	30
Materials and methods.....	32
Results.....	34
Discussion.....	36
Conclusions.....	44
References.....	45
CAPÍTULO III.....	64
REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF CATTLE: A META-ANALYSIS APPROACH.....	65
Abstract.....	65
Introduction.....	65
Materials and methods.....	66
Results.....	69
Discussion.....	71
Conclusions.....	73
References.....	74
CAPÍTULO IV.....	90
META-ANALYSIS OF REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEIFERS AND PRIMIPAROUS COWS.....	91
Abstract.....	92

Introduction	93
Materials and methods.....	95
Results	98
Discussion.....	101
Literature cited	106
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO	128
VITA.....	128

Lista de Tabelas

	Página
Capítulo I	
Tabela 1. Trabalhos realizados refinando as metodologias de síntese da pesquisa.....	15
Capítulo II	
Table 1 - Summary of studies included in the database, with n (number of animals), location, animal category, breed category, age class and pasture type in southern Brazil.....	58
Table 2 - Table 2 – Mean and standard error of body weight at the beginning (BWB) and end of the reproductive period (BWE), body condition score at the beginning (BCSB) and end of the reproductive period (BCSE) and pregnancy rate (PR).....	62
Table 3 - Mean and standard error of body weight at the beginning (BWB), body condition score at the beginning (BCSB) and end of the reproductive period (BCSE) and pregnancy rate (PR) of heifers.....	63
Capítulo III	
Table 1 - Relation of studies of database with n (number of animals), location, animal category, breed, age at mating and type of pasture in southern Brazil	79
Table 2 - Tests of heterogeneity of beef cattle female pregnancy rate in southern Brazil.....	83
Capítulo IV	
Table 1 - Relation of studies of database with n (number of animals), location, coordinated geographic, precipitation and type of pasture in southern Brazil.....	118
Table 2 - Analysis of variance of the general model for pregnancy rate.....	121
Table 3 - Analysis of variance of the pregnancy rate model with stocking rate.....	122

Lista de Figuras

	Página
Capítulo I	
Figura 1.	Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas indexadas internacionais (PubMed)..... 17
Figura 2.	Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas indexadas internacionais (PubMed) na área de Ciências Agrárias..... 17
Figura 3.	Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas indexadas nacionais (Scielo)..... 18
Capítulo III	
Figure 1.	Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows in southern Brazil..... 84
Figure 2.	Funnel plot of overall estimates of pregnancy rate in southern Brazil 85
Figure 3.	Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows to sub-group age at mating in southern Brazil.... 86
Figure 4.	Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows to sub-group type of pasture before mating in southern Brazil 87
Figure 5.	Forest plot of pregnancy rate to sub-group animal category in southern Brazil..... 88
Figure 6.	Forest plot of pregnancy rate to sub-group breed in southern Brazil 89
Capítulo IV	
Figure 1 -	Interaction between body weight at the beginning of the breeding season and Breed to pregnancy rate of heifers and primiparous cows (Sint: crossbreed, Taur: Taurine females)..... 123
Figure 2 -	Interaction between body weight at the beginning of the breeding season and stocking rate to pregnancy rate of heifers and primiparous cows 124
Figure 3 -	Interaction between stocking rate and type of pasture to body weight at the beginning of the breeding season of heifers and primiparous cows (PCult: cultivated, PNat: natural pasture, PNMelh: improved pasture) 125
Figure 4 -	Average daily gain during the breeding season and stocking rate of heifers and primiparous cows..... 126

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CI: Confidence interval
ECC: Escore de condição corporal
FSH: Hormônio folículo estimulante
GLM: Generalized linear models
GLMM: Generalized linear mixed models
GnRH: Hormônio liberador de gonadotrofina
IGF – I: Fator de crescimento Insulina I
LH: Hormônio luteinizante
MS: Matéria seca
N: Nitrogênio
NP: Natural pasture
PC: Peso corporal
PR: Pregnancy rate

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A exploração pecuária no Rio Grande do Sul (RS) caracteriza-se por ser realizada extensivamente, baseada em pastagens naturais, com baixos índices de produtividade e ciclo longo, associados a um baixo custo operacional e nível tecnológico (Pilau, 2007). Manejos inapropriados como o excesso de lotação e a falta de técnicas mais específicas em determinados momentos, para algumas categorias animais, têm conduzido a indicadores de baixa produtividade (Fagundes et al., 2003; Pötter & Lobato, 2004; Quadros & Lobato, 1997; Rosa et al., 2012). No entanto, existem possibilidades de manejo para a redução da idade de abate, bem como a idade ao primeiro serviço, permitindo o incremento dos índices produtivos e reprodutivos da pecuária brasileira.

A ocorrência da puberdade marca o início da atividade reprodutiva da novilha. É o momento a partir do qual a fêmea está apta à reprodução, sendo esta uma das características de extrema importância para a eficiência reprodutiva do rebanho (Rovira, 1974; Brinks, 1984). É o culminar de um longo processo de desenvolvimento reprodutivo, que começa bem antes do nascimento da bezerra. Este desenvolvimento, principalmente dos tecidos e funções, estão associados ao eixo endócrino-reprodutivo, incluindo hipotálamo, hipófise anterior e ovários (Gasser, 2013).

Fatores genéticos e ambientais influenciam o desenvolvimento da puberdade. Os fatores genéticos compreendem variações entre raças, suas cruzas e até mesmo entre tipos animais de uma mesmo grupo racial (Martin et al., 1992), podendo o tamanho à idade adulta ser determinante. Grupos genéticos ou vacas de maior peso e tamanho na idade adulta atingem a puberdade a idades mais tardias em relação a grupos genéticos com menor tamanho e peso adulto (Owens et al., 1993).

Nos fatores ambientais destaca-se a nutrição com influência direta no ganho de peso e a idade à puberdade (Patterson et al., 1992). As pastagens naturais representam a base da exploração pecuária, sendo caracterizada por variações na composição, estrutura e especialmente, pela sazonalidade da produção e qualidade (Boldrini, 1997). As consequências desta sazonalidade podem afetar os índices zootécnicos da pecuária, especialmente o peso e o desenvolvimento das fêmeas (Beretta & Lobato, 1996), além das taxas de desfrute (Beretta et al., 2001).

A limitação nutricional em determinadas épocas do ano, principalmente durante os períodos de maior exigência das novilhas, pode comprometer o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, influenciar o período de início da manifestação da puberdade (Rocha & Lobato, 2002). O correto manejo da pastagem, a correção da acidez e a fertilização do solo melhoram os campos e aumentam sua produção. Alternativas para assegurar adequada taxa de crescimento e sucesso reprodutivo seriam a utilização de pastagens cultivadas e/ou melhoradas, sobretudo as gramíneas e leguminosas, atendendo a demanda por forragem com adequada disponibilidade e qualidade, permitindo maior período de ocupação da pastagem, com aumento da capacidade de suporte (Nabinger & Paim, 1985; Lobato, 2009).

Aliado ao uso de pastagens cultivadas, o fornecimento de suplementos é uma alternativa utilizada para reduzir as variações na produção de forragem no

decorrer da estação de pastejo e têm como objetivo suprir um déficit na qualidade ou quantidade de pasto (Elizalde, 2003). O fornecimento de suplementos energéticos a bovinos de corte em pastejo possibilita aumento no ganho de peso individual e por unidade de área, bem como um melhor escore de condição corporal e peso corporal, condições que permitem o acasalamento com menor idade (Pötter et al., 2010).

Novilhas em situação metabólica adequada, com maior consumo de energia, onde estas têm peso e condição corporal suficiente, aumentam os níveis de glicose, insulina e fator de crescimento I (IGF-I) (Yelich et al., 1995; Santos & Amstalden, 1998). Esses metabólitos potencializam os efeitos das gonadotrofinas (LH e FSH) nas células ovarianas (Sirois & Fortune, 1988).

No momento do surgimento de fatores associados à maturidade fisiológica, o sistema nervoso central detecta relações neuro-endócrinas favoráveis e ocorre produção de LH, o qual conduz ao desenvolvimento folicular mais intenso, com presença de um folículo dominante e a ocorrência da ovulação (Sirois & Fortune, 1988).

A análise conjunta de dados experimentais possibilita uma melhor precisão na avaliação dos efeitos dos tratamentos e constitui uma ferramenta para unir resultados isolados, buscando novas relações ainda não evidenciadas. Isso se deve a uma análise fundamentada, em uma quantidade maior de informações, acompanhada do aumento de comparações entre temas (Lovatto et al., 2007). Nos estudos com animais em pastejo, a logística complexa e o elevado custo em conduzir esses experimentos podem também estimular a redefinição das unidades experimentais, na busca de alternativas para aumentar os graus de liberdade da análise (Fisher, 1999). Uma ferramenta disponível para ser utilizada é o agrupamento de dados experimentais, denominado de abordagem meta-analítica.

Neste contexto, nesta tese serão abordados os principais fatores que influenciam o desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte, por meio de uma base de dados consolidada, com ênfase em uma abordagem meta-analítica, apresentados em capítulos. No primeiro capítulo será apresentada a revisão bibliográfica sobre meta-análise e manejo do rebanho de cria no RS. No segundo capítulo, serão apresentadas análises estatísticas clássicas, considerando como variáveis peso e escore de condição corporal ao início e final do período reprodutivo e taxa de prenhez de novilhas e vacas primíparas de corte. O terceiro capítulo conterá informações de prenhez de novilhas e vacas primíparas de corte, explorando análises de grupo e sub-grupos. No último capítulo serão apresentados os modelos que melhor representem os dados, considerando como variável dependente, a taxa de prenhez de novilhas e de vacas primíparas de corte e, como fatores explanatórios, classe da idade das fêmeas no período reprodutivo, peso corporal ao início do período reprodutivo, taxa de lotação, tipo de pastagem no pré-acasalamento e tipo racial. E, em seguida, serão apresentadas as considerações finais da tese.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Meta-análise

A meta-análise é uma maneira de combinar resultados de vários estudos, que abordam a mesma questão de pesquisa, gerando assim, estimativas que resumem as informações retiradas de apenas um amplo estudo (Rodrigues & Ziegelmann, 2010). Uma meta-análise visa extrair informação adicional de dados preexistentes por meio do reagrupamento de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma ou mais técnicas estatísticas. É um método quantitativo que permite combinar os resultados de estudos realizados de forma independente (podendo ser extraídos de trabalhos publicados ou não), sintetizando as suas conclusões, ou mesmo extrair uma nova conclusão (Luiz, 2002).

Para que os resultados de uma meta-análise tenham significado e possam ser aplicados, os estudos que compõem os dados devem ser o resultado de uma revisão sistemática. Essa revisão sistemática consiste de um conjunto de regras para identificar estudos sobre uma determinada questão e, em seguida, selecionar quais deles serão incluídos ou não na meta-análise (Rodrigues & Ziegelmann, 2010).

Quando são realizadas análises estatísticas, os testes usados, em alguns casos, não são adequados por serem dependentes do tamanho da amostra. A meta-análise permite ampliar o enfoque, a direção e a magnitude dos efeitos entre os estudos. Outro aspecto crítico das análises tradicionais é que elas não possuem ferramentas capazes de incluir as diferentes condições experimentais como fator de variação. Isso evidencia que, sem o ajuste dessas diferenças por meio de ferramentas apropriadas, os resultados não serão compilados na base de dados de forma coerente e confiável. A meta-análise possibilita uma estimativa imparcial do efeito do tratamento que, individualmente não permite estabelecer conclusões por falta de potência analítica (baixo n), permite o aumento da precisão, aumentando as chances de evidenciar diferenças entre tratamentos (Lovatto et al., 2007).

A primeira meta-análise da história é atribuída ao estatístico inglês Karl Pearson, que em 1904 publicou, em uma revisão médica, um artigo no qual havia coletado dados de onze estudos relevantes sobre imunidade e mortalidade por febre tifóide entre soldados que serviam em vários locais do Império Britânico. A meta-análise de Pearson consistia em calcular coeficientes de correlação para cada um dos onze estudos e, em seguida, sintetizar os coeficientes em dois subgrupos, produzindo uma correlação média para cada grupo. Os motivos relatados por Pearson para a combinação de estudos são, ainda hoje, as principais razões para o uso da meta-análise. O principal argumento que o autor utiliza é que muitos dos estudos são pequenos para permitir uma conclusão confiável, fazendo com que o tamanho do erro seja grande e o poder do estudo seja baixo. A partir de Pearson, na metade do século XX, vários estatísticos contribuíram para refinar a metodologia de síntese da pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1. Trabalhos realizados refinando as metodologias de síntese da pesquisa

Ano	Autor	Título
1931	Tippet, L.H.C	The method of statistics.
1932	Fischer, R.A.	Statistical methods for research workers.
1934	David, F.N.	On the p-test for randomness.
1937	Cochran, W.G.	Problems arising in the analysis of a series of similar experiments.
1942	Wallis, W.A.	Compounding probabilities from independent significance tests.
1949	Lancaster, H.O.	The combination of probabilities arising from data in discrete distributions.
1950	Pearson, E.S.	On question raised by the combination of tests based on discontinuous distributions.
1951	Wilkinson, B.	A statistical consideration in psychological research.
1952	Baker, P.C.	Combining tests of significance in cross validation.
1952	Brozek, J.; Tiede, K.	Reliable and questionable significance in a series of statistical tests.
1952	Eysenck, H.J.	The effects of psychotherapy: an evaluation.
1953	Jones, L.V.; Fiske, D.	Models for testing the significance of combined results.
1954	Birnbaum, A.	Combining independent tests of significance.
1954	Mosteller, F.; Bush, R.R.	Selected quantitative techniques.
1954	Sadoka, J.M.; Cohen, B.H.; Beall, G.	Testes of significance for a series of statistical tests.
1955	Beecher, H.K.; Boston, M.D.	The powerful placebo.
1955	Goods, I.J.	On the weighted combination of significance.
1958	Liptak, T.	On the combination of independent tests.
1959	Sterling, T.C.	Publication decisions and their possible effects of inference draw from tests of significance or vice versa.
1959	Zelen, M.; Joel, L.S.	On the weighted compounding of the two independent significance tests.
1969	Glass, G.V.; Hakstian, A.R.	Measures of association in comparative experiments: Their development and interpretation.
1971	Light, R.J.; Smith, P.V.	Accumulating evidence: Procedures for resolving contradictions among different research studies.
1972	Glass, G.V.; Peakham, P.D.; Sandres, J.R.	Consequences of failure to meet assumptions underlying fixed effects analysis of variance and covariance.

Tabela 1. Continuação...

1976	Glass, G.V.	Primary, secondary and meta-analysis of research.
1977	Glass, G.V.	Integrating findings. The meta-analysis of research.
1979	Glass, G.V.; Smith, M.L.	Meta-analysis of the relationship between class size and achievements.
1980	Pillemer, D.B.; Light, R.J.	Synthesizing outcomes: How to use research evidence from many studies.
1980	Smith, M.L.; Glass, G.V.	Meta-analysis of class size and its relationship to attitudes of instruction.

Curiosamente, a primeira meta-análise para avaliar o efeito de uma intervenção terapêutica em saúde foi publicada em 1955 por Beecher, para avaliar o efeito do placebo. Na época, o método estatístico para a síntese de estudos ainda não havia sido nominado, recebendo várias designações como "síntese de pesquisa", "visão de conjunto" ou "overview", "revisão sistemática", "combinação de estudos", "evidência cumulativa". O termo meta-análise só foi proposto em 1976 pelo psicólogo Glass, que assim o definiu: "uma análise estatística de grandes coleções de resultados de estudos individuais com o propósito de integrar os achados destes estudos". Glass teve também o mérito de deslocar as tentativas de integração dominantes baseadas em valores de probabilidade, introduzindo o conceito de tamanho do efeito para fundamentar a integração na comparação de diferenças padronizadas entre o grupo experimental e o controle.

Na década de 80, a meta-análise começou a ser utilizada na área médica. Questões como o tratamento de doenças como coração e câncer passaram a ser respondidas com o uso da meta-análise (Whitehead, 2002). A meta-análise se desenvolveu inicialmente nas ciências sociais, na educação, na medicina e, mais tarde, na agricultura. Os primeiros trabalhos que se interessaram pela problemática da combinação dos resultados de vários experimentos independentes foram realizados por Cochran (1954). O método publicado por Mantel & Haenszel (1959) se tornou um dos principais nessa área.

Foi recentemente que o interesse pela meta-análise se intensificou. A evolução dos últimos 51 anos das publicações científicas internacionais (indexadas PubMed) e nacionais (indexadas Scielo) tratando de meta-análise são mostradas nas Figuras 1, 2 e 3. Em nível internacional houve uma evolução exponencial das publicações, passando de duas em 1966 para 16.439 em 2016. Nessa mesma base, foram publicados 119.939 artigos, sendo desses, 4.425 artigos pertencentes à área das Ciências Agrárias. O cenário nacional não seguiu essa tendência. O primeiro artigo sobre o tema surgiu em 1994 alcançando em 2016, 22 publicações. Foram publicados 204 artigos até fevereiro de 2017, sendo apenas 5 na área das Ciências Agrárias, publicados nos anos de 2007 (1), 2011 (1), 2012 (2) e 2016 (1).

A meta-análise é uma ferramenta de ampla utilização, pois possibilita, além de trabalhar com estudos publicados ou não, trabalhar com os

dados originais de cada trabalho. A meta-análise tem recebido cada vez mais atenção como uma técnica estatística útil para a integração de resultados de pesquisas diferentes sobre um determinado tema: Metodologias importantes têm aparecido (Glass, 1976) e, coleções de meta-análise começaram a ser produzidas (Walberg & Haertel, 1980).

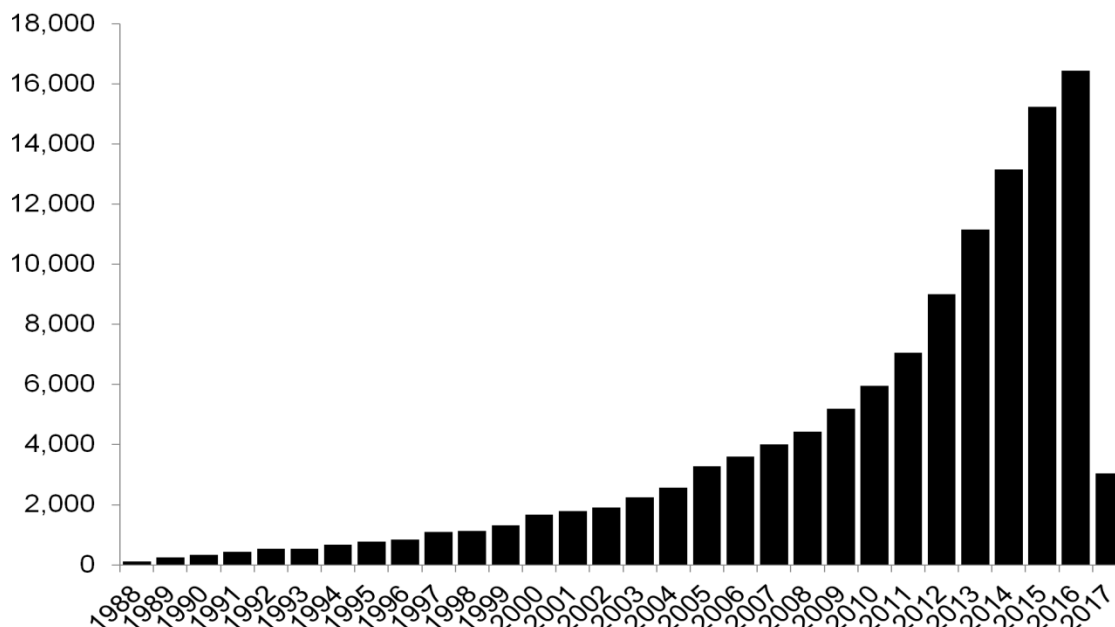


Figura 1 – Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas internacionais indexadas (PubMed)

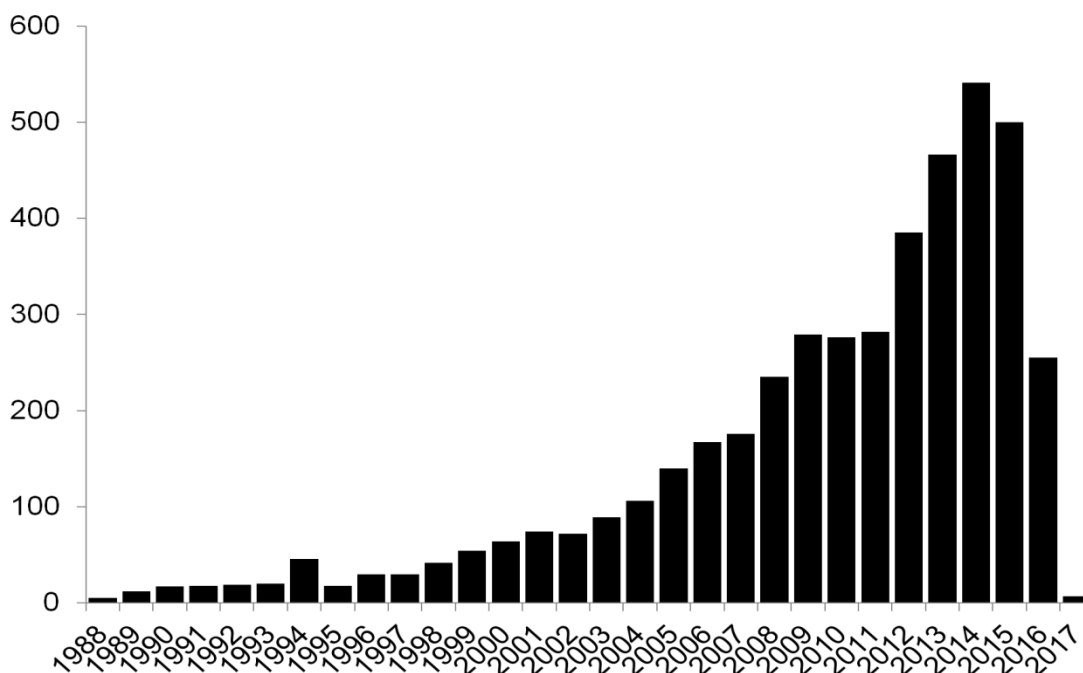


Figura 2 – Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas internacionais indexadas (PubMed) na área de Ciências Agrárias

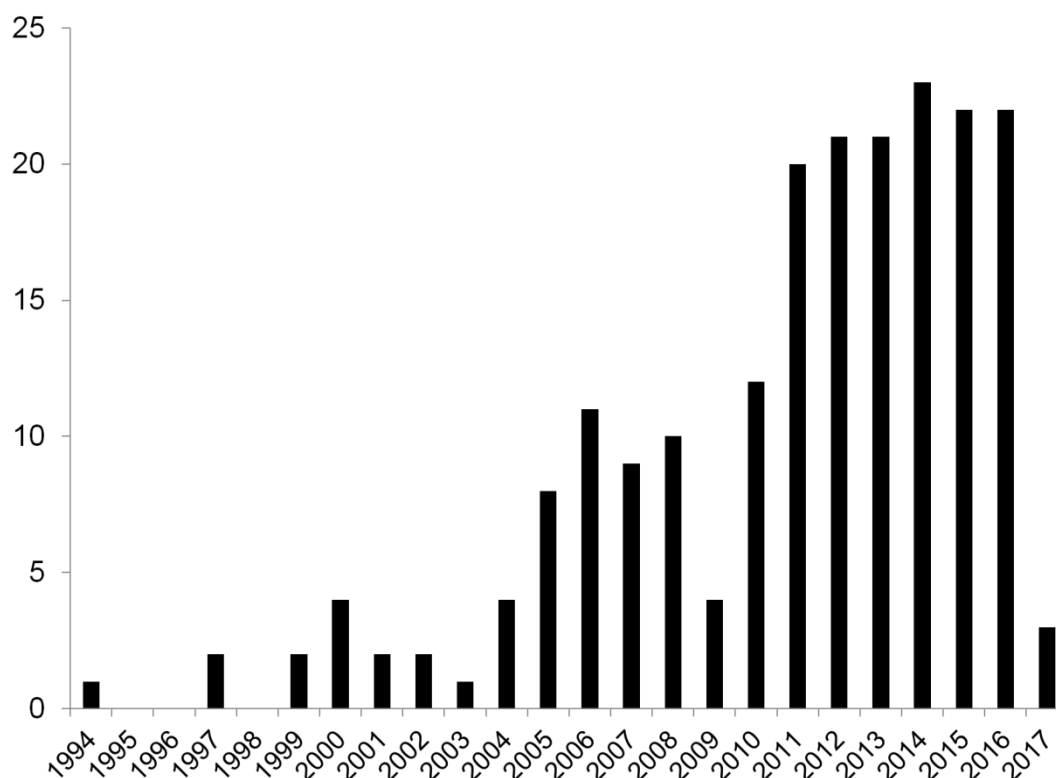


Figura 3 – Trabalhos sobre meta-análise publicados em revistas nacionais indexadas (SciELO)

O uso de dados brutos é vantajoso em termos de precisão, suporta informações ausentes ao acaso e permite a imputação bem-sucedida em valores perdidos, considerando a sua margem de erro. Sua grande limitação refere-se ao fator logístico, este vinculado ao acesso aos bancos de dados originais de pesquisas primárias (Luiz, 2002).

Segundo Lovatto et al. (2007), alguns procedimentos devem ser realizados quando se trabalha com meta-análise, são eles: definir o objetivo, sendo essa a fase que determina todo o processo meta-analítico; sistematizar as informações; codificar, filtrar e analisar os dados. A análise de dados pode ser realizada de forma gráfica que serve para dar uma ideia da heterogeneidade dos dados. A forma do meta-dispositivo pode ser realizada por meios de histogramas do conjunto de tratamentos e de experimentos sobre a variável explicativa para dar uma ideia da distribuição dos resultados da pesquisa. Em função da diversidade de dados no momento da análise, é conveniente, então, considerar a escolha do sistema de ponderação de experimentos.

Em meta-análise existem basicamente dois tipos de modelos que podem ser adotados, o modelo de efeito fixo e o de efeito aleatório (Sousa & Ribeiro, 2009). No modelo de efeito fixo assume-se que o efeito de interesse é o mesmo em todos os estudos (Borenstein et al., 2009) e que as diferenças entre eles são devidas apenas à variabilidade interna de cada estudo (ao erro amostral) (Borenstein et al., 2009). Seja J o número de estudos de uma meta-análise e Y_j o efeito observado no estudo j com $j=1,2,\dots, J$, o modelo de efeito

fixo é dado por $Y_j = \theta_M + \varepsilon_j$, onde, ε_j é o erro aleatório do estudo j e θ_M é o efeito comum a todos os estudos chamado de medida meta-analítica. Supõe-se que os erros aleatórios apresentam distribuição normal com média 0 e variância σ_j^2 conhecida (esta variância é o quadrado do erro padrão estimado no estudo j) e é por este fato que as medidas de efeito dos *odds ratio* (OR – razão de probabilidade) e risco relativo (RR) são calculadas em escala logarítmica. Neste modelo a estimativa pontual de máxima verossimilhança para θ_M é uma média ponderada entre as medidas de efeito de cada estudo. A ponderação de cada estudo é inversamente proporcional à medida de variabilidade estimada no estudo, sendo que esta medida de variabilidade tem relação direta com o tamanho da amostra. Ou seja, quanto maior for o tamanho da amostra, menor é a variabilidade estimada e, conseqüentemente, maior o peso do estudo na estimação da medida meta-analítica θ_M (Rodrigues, 2010; Rodrigues & Ziegelmann, 2010). Esse tipo de modelo é adequado quando acreditamos que o efeito de tratamento é idêntico entre os estudos, quando o objetivo for estimar um efeito de tratamento para uma população específica e não extrapolar para outras populações.

Quando a medida de efeito é proveniente de dados binários (OR ou RR), a estimação de θ_M também pode ser calculada com recurso ao método de Mantel-Haenszel, sendo que a diferença deste método reside no cálculo da ponderação de cada estudo. No caso onde os estudos envolvidos apresentam tamanhos de amostra pequeno e as estimativas das variâncias utilizadas na ponderação são muito pobres, o método de Mantel-Haenszel é mais utilizado (Rodrigues, 2010; Rodrigues & Ziegelmann, 2010).

Para além dos modelos de efeitos fixos, existem ainda os modelos de efeito aleatório que pressupõe a existência não apenas da variação dentro de cada estudo, mas também a variação entre os estudos, ou seja, considera que os efeitos dos estudos não são iguais, mas que são conectados por meio de uma distribuição de probabilidade, geralmente suposta normal (Borenstein et al., 2009). O modelo de efeito aleatório é dado por $Y_j = \theta_M + \zeta_j + \varepsilon_j$, onde, ε_j é o erro aleatório do estudo j ; ζ_j é o efeito aleatório de cada estudo j ; θ_M é a medida meta-analítica. Nesse tipo de modelo existe a suposição de que os erros aleatórios têm distribuição normal com média 0 e variância σ_j^2 conhecida e os efeitos aleatórios têm distribuição normal com média 0 e variância τ^2 desconhecida, sendo que τ^2 representa a variabilidade entre os estudos e deve ser estimado. Pode ser utilizado quando o pesquisador combina vários estudos com o mesmo objetivo, mas que não foram conduzidos da mesma maneira, por exemplo. Neste caso, é possível extrapolar para outras populações, o que torna a análise mais abrangente. Embora o modelo de efeitos aleatórios possa parecer melhor por ser mais abrangente, devem ser tomados alguns cuidados. Se o número de estudos for muito pequeno, a estimativa da variância entre os estudos não terá uma boa precisão.

Para a escolha do melhor modelo devemos sempre levar em conta que quando não há, nem diversidade e nem heterogeneidade importantes, os estudos com maior poder estatístico possuem maior peso. Utiliza-se o método de efeitos fixos, que pressupõe que todos os estudos apontaram o mesmo efeito. Quando há diversidade e heterogeneidade, é utilizado o modelo de

efeitos aleatórios, que distribui o peso mais uniformemente, valorizando a contribuição dos estudos pequenos (Lau et al., 1997).

Quando se decide combinar estudos através de uma meta-análise é porque foram selecionados aqueles estudos semelhantes em relação à características importantes. Seguindo esse princípio parece natural a suposição do modelo de efeito fixo que considera que o efeito de interesse deve ser o mesmo em todos os estudos. Mas existem razões para que os estudos não sejam considerados idênticos quanto ao efeito de interesse (Rodrigues & Ziegelmann, 2010).

Em meta-análise, quando a variabilidade entre os estudos não é apenas aleatória, dizemos que os estudos são heterogêneos. A avaliação da heterogeneidade tem papel importante na escolha do modelo da meta-análise e, portanto, deve ser realizada antes da escolha do modelo.

As maneiras mais usuais de se verificar a existência de heterogeneidade em meta-análise são pelo teste de Q de Cochran ou pela estatística I^2 de Higgins & Thompson. O Teste Q de Cochran apresenta como hipótese nula a afirmação de que os estudos que compõem a meta-análise são homogêneos. Sob esta hipótese nula, Q segue uma distribuição qui-quadrado com J-1 grau de liberdade, onde J é o número total de estudos que compõem a meta-análise. Uma deficiência desse teste é possuir um baixo poder quando o número de estudos que compõem a meta-análise é pequeno. Por outro lado, quando o número de estudos é muito grande, ele pode detectar uma falsa heterogeneidade (Higgins & Thompson, 2002). O teste Q de Cochran é dado por:

$$Q = \sum_{j=1}^J W_j (Y_j - \theta_M)^2$$

Onde W_j é o peso do estudo j , Y_j é a medida de efeito do estudo j e θ_M é a estimativa para a medida meta-analítica. O valor de p calculado indica se a heterogeneidade é significativamente, ou não, diferente de zero. Alguns autores argumentam que a heterogeneidade por menor que seja encontra-se sempre presente, pelo que não tem sentido testar apenas a sua presença, mas quantifica-la (Mulrow et al., 1997; Berwanger et al., 2007). E foi nesse sentido que foi desenvolvida a estatística I^2 . Proposta por Higgins & Thompson (2002) como uma forma mais direta de verificar a existência de heterogeneidade através da proporção. A estatística I^2 é dada por:

$$I^2 (\%) = \frac{Q - (J-1)}{Q} * 100\%.$$

Ela pode variar de valores negativos a 100%. Quando o valor for negativo ele é igual a 0. A significância de I^2 é equivalente a significância de Q (Dinnes et al., 2005). Higgins et al. (2003) sugerem uma escala em que um valor de I^2 próximo a 0 indica não heterogeneidade entre os estudos, próximo a 25% indica baixa heterogeneidade, próximo a 50% indica heterogeneidade moderada e acima de 75% indica alta heterogeneidade entre os estudos.

O *forest plot* é a representação gráfica de uma meta-análise. Sua função é a de sumarizar em uma única figura todas as informações sobre o efeito dos tratamentos e a contribuição de cada estudo para a análise, com informações individuais dos estudos incluídos na meta-análise (Berwanger et al., 2007; Rodrigues & Ziegelmann, 2010). Para cada estudo o gráfico apresenta a medida de efeito e seu intervalo de confiança, sendo que a medida

de efeito é representada por um símbolo que pode, por exemplo, ser um quadrado, um círculo, ou qualquer outra figura. O tamanho deste símbolo é proporcional ao *peso* do estudo na meta-análise. Quanto maior o peso, maior o tamanho do símbolo da medida de efeito. Também é exibida em torno da medida de efeito uma linha horizontal que é o seu intervalo de confiança, sendo que quanto maior esta linha, maior é a variabilidade dentro do estudo (Ramalho, 2005).

O gráfico *funnel plot* é utilizado para visualização da presença de viés de publicação, é um único diagrama de dispersão das estimativas de efeito de intervenção de estudos individuais (eixo horizontal) plotados contra a precisão do estudo (eixo vertical) (Sterne & Harbord, 2004). O erro padrão é usado como medida do tamanho do estudo e o nome *funnel plot* surge porque a precisão do efeito de intervenção estimado aumenta à medida que o tamanho e a precisão do estudo aumentam (Sterne & Harbord, 2004). Estimativas de efeitos de estudos pequenos são apresentados de forma mais ampla na parte inferior do gráfico (Sterne & Harbord, 2004). Na ausência de viés, o gráfico deve assemelhar-se aproximadamente a um funil simétrico (invertido). Se houver viés, por exemplo, porque estudos menores sem efeitos estatisticamente significativos permanecem inéditos, resultará em uma aparência assimétrica do gráfico do funil e um intervalo será evidente em um canto inferior do gráfico (Sterne & Harbord, 2004).

2.2. Manejo do rebanho de cria no Rio Grande do Sul

A pecuária no Rio Grande do Sul (RS) é caracterizada pela baixa taxa de prenhez e, conseqüentemente, baixa taxa de desmame, com crescimento lento ao longo dos anos, independente das mudanças na economia e tecnologia disponível (Pilau, 2007). Essas baixas taxas de prenhez e de desmame, são causas que acabam impedindo o maior desenvolvimento do setor pecuário no RS, podendo estar associadas ao pobre manejo das pastagens naturais, com excesso de lotação, e a falta de manejo nutricional diferenciado para as categorias com exigências nutricionais diferentes (Fagundes et al., 2003; Pötter & Lobato, 2004; Quadros & Lobato, 1997; Rosa et al., 2012).

O desempenho reprodutivo é a característica econômica mais importante em um rebanho de vacas de corte (Wiltbank, 1994). Conforme Trenkle & Willham (1977), o desempenho reprodutivo é cinco vezes mais importante que o crescimento e, pelo menos, dez vezes mais importante do que o produto carne.

As pastagens naturais representam a base da exploração pecuária, sendo caracterizada por variações na composição, estrutura e, especialmente, devido à diversidade de solos, a sazonalidade de produção e a qualidade (Boldrini, 1997). Conseqüentemente, o manejo dos campos deverá ser dirigido ao tipo de pastagem, época do ano e localização da área (Moraes et al., 1995). As conseqüências desta sazonalidade podem afetar os índices zootécnicos da pecuária, especialmente o peso e o desenvolvimento corporal das fêmeas (Beretta & Lobato, 1996), além das taxas de desfrute (Beretta et al., 2001). Esta participação é mais importante no Rio Grande do Sul, cuja superfície de

solo em 2004 detinha 62% em cobertura de pastagens naturais (IBGE, 2004), reduzido para cerca de 23% da superfície (41.054,61 km²) (Hasenack et al., 2010). Cerca de 8,3 milhões de hectares (89,4% do total) da exploração de bovinos de corte ainda conta com a pastagem natural como seu principal recurso forrageiro. Essa redução se dá, basicamente, pelo aumento nas áreas destinadas à agricultura, refletindo na busca dos produtores por uma atividade de maior rentabilidade em relação à pecuária. Mesmo com a diminuição na área total ocupada pelas pastagens naturais e com a manutenção do rebanho bovino, essa exploração se dá por meio do aumento da taxa de lotação (Maraschin & Jacques, 1993; Moraes et al., 1995).

A taxa de lotação é considerada uma variável importante, que está relacionada às decisões de manejo, devido ao seu profundo impacto causado sobre a vegetação sob pastejo e aos animais, pois interfere na oferta de forragem, no consumo de pasto e no desempenho animal (Bransby & Maclaurin, 2000; Sollenberger et al., 2012). À medida que a taxa de lotação aumenta, a oferta de forragem diminui até determinado ponto, onde a totalidade de forragem consumida é igual à totalidade de forragem disponível. A partir desse ponto o desempenho animal diminui à medida que a taxa de lotação aumenta (Petersen et al., 1965). Isso ocorre, basicamente, porque os animais são forçados a consumir uma forragem de baixa qualidade, abaixo da necessidade de consumo, e sem terem a oportunidade de seletividade (Martz & Gerrish, 1995). A razão pelas quais elevadas ofertas de forragem, em condições de baixa pressão de pastejo, proporcionam altos ganhos de peso corporal é, além do maior consumo voluntário, um pastejo seletivo da dieta (Hodgson, 1990). Segundo Minson (1991), existe uma relação significativa entre a quantidade de forragem disponível e o consumo voluntário de animais em pastejo. O pastejo descontrolado, sem adequado manejo das pastagens naturais, pode provocar um empobrecimento do solo pela diminuição da cobertura superficial e, conseqüentemente, a erosão hídrica (Gradwell, 1960; Federer et al., 1961; Gradwell, 1966).

Em muitas situações, a oferta de forragem, embora em quantidade adequada não apresenta qualidade bromatológica condizente para suprir as necessidades nutricionais de determinadas categorias animais. A disponibilidade energética e o teor de proteína são baixos, havendo em contrapartida, excesso de fibra e de conteúdo celulósico não digestível, comprometendo a taxa de passagem e o consumo animal (Freitas et al., 1976).

Segundo Lupatini & Neumann (2002), a utilização racional das pastagens é fundamental para obtenção de índices zootécnicos que garantam a otimização da produtividade por animal e por área e, principalmente, adequados do ponto de vista econômico. Para se obter índices zootécnicos que garantam a otimização da produtividade por animal e por área e, principalmente, adequados do ponto de vista econômico, a utilização racional das pastagens é de fundamental importância.

Além disso, a dificuldade de se fazer um manejo racional das pastagens, devido à estacionalidade de produção, pode gerar uma grande diferença na capacidade de suporte entre os períodos ótimos e críticos (Lupatini & Neumann, 2002). Segundo Demment & Van Soest (1985), o desempenho animal é determinado pelo valor nutritivo da forragem e pelo nível

de consumo. Esse, por sua vez, é afetado pela oferta e qualidade da forragem, pois quando essa é baixa, os mecanismos físicos de regulação do consumo impedem a ingestão total de matéria seca (MS) necessária para atender as exigências nutricionais do animal.

Segundo Rovira (1974) e Brinks (1984), a ocorrência da puberdade marca o início da atividade reprodutiva da novilha e é o momento a partir do qual a fêmea está apta à reprodução. Gasser (2013), afirma ser a puberdade o culminar de um longo processo de desenvolvimento reprodutivo, esse que começa antes do nascimento da bezerra. O desenvolvimento de tecidos e funções estão associados ao eixo endócrino-reprodutivo, incluindo hipotálamo, hipófise anterior e ovários. O desenvolvimento do eixo hipotálamo-hipófise é imperativo para novilhas atingirem a puberdade, sendo a base de programas de desenvolvimento de novilhas de corte para reposição (Hersom et al., 2013).

As principais alterações fisiológicas e anatômicas desencadeadoras da puberdade estão relacionadas com o aumento na produção de esteroides sexuais (progesterona e estrógeno) pelas gônadas, em resposta ao aumento na liberação de gonadotrofinas (hormônio luteinizante – LH e hormônio folículo estimulante – FSH) pela hipófise, o qual é controlada pela secreção hipotalâmica de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina) (Emerick et al., 2009). Segundo Yelich et al. (1995) e Santos & Amstalden (1998), fêmeas bovinas em situação metabólica adequada, com maior consumo de energia, onde estas têm peso e condição corporal suficientes, aumentam os níveis de glicose, insulina e fator de crescimento I – tipo insulina (IGF-I). Esses metabólitos potencializam o efeito do LH e FSH nas células ovarianas (Spicer & Echternkamp, 1995). Segundo Sirois & Fortune (1988), quando surgem fatores associados à maturidade fisiológica, o sistema nervoso central detecta relações neuro-endócrinas favoráveis, ocorrendo a produção de LH, conduzindo a um desenvolvimento folicular mais intenso, com presença de folículo dominante e ocorre a ovulação.

A leptina, hormônio proteico secretado pelo tecido adiposo, é outro metabólito que indica o estado nutricional em bovinos (Barb & Kraeling, 2004; Chehab et al., 1996; Cheung et al., 1997; Strobel et al., 1998) e está associado com o aumento da concentração de LH (Amstalden et al., 2000; Cunningham et al., 1999; Garcia et al., 2003). A leptina age sobre o eixo hipotálamo-hipófise e inibe a liberação de neuropeptídeo Y, o qual estimula a liberação de GnRH (Barb, 1999; Foster & Nagatini, 1999).

Simeone & Lobato (1996), também avaliaram o efeito da lotação animal em pastagem natural no desempenho reprodutivo de vacas primíparas de corte, mantidas em taxas de lotação de 270,0 e 382,5 kg de peso corporal (PC)/ha e obtiveram taxas de prenhez de 69,8% e 51,7%, respectivamente. Fagundes et al. (2003), igualmente avaliaram o efeito de duas taxas de lotação em pastagem natural no desempenho de vacas primíparas de corte e obtiveram em vacas mantidas na menor taxa de lotação (280,0 kg de PC/ha) a prenhez de 67,7%, superior a taxa de maior lotação (360,0 kg de PC/ha) de 22,6%.

Adequações nas taxas de lotação utilizadas em pastagem natural conduzem à melhores resultados produtivos, o que torna o sistema mais rentável e ecologicamente sustentável ao longo do tempo. Taxas de lotações

mais baixas determinam melhores ofertas de forragem, o que permite a obtenção de melhores condições corporais e, conseqüentemente, condições fisiológicas para os animais desempenharem suas funções produtivas e reprodutivas (Lobato et al., 2010).

A limitação nutricional em determinadas épocas do ano, principalmente durante os períodos de maior exigência das novilhas, pode comprometer seu desenvolvimento e, conseqüentemente, influenciar o período de início da manifestação da puberdade (Rocha & Lobato, 2002). A correção da acidez, a fertilização do solo e o correto manejo da pastagem, melhoram os campos e aumentam sua produção. Alternativas para assegurar adequada taxa de crescimento e sucesso reprodutivo seriam a utilização de pastagens cultivadas e/ou melhoradas, com a introdução de gramíneas e leguminosas, atendendo a demanda por forragem com adequada qualidade e disponibilidade, permitindo maior período de utilização da pastagem, com aumento da capacidade de suporte (Nabinger & Paim, 1985; Lobato, 2009).

O crescimento dessas pastagens hibernais entre os meses de maio a junho pode, muitas vezes, não ser suficiente para possibilitar a sua utilização neste período. No RS, a maioria das pastagens de inverno são utilizadas no período compreendido entre os meses de junho até novembro. Nos meses de junho a julho, a utilização de pastagens ditas de estação fria é prejudicada, pois seu crescimento é quase nulo com temperaturas inferiores a 10°C (Jacques, 1993). Segundo Lobato et al. (1998), a utilização de pastagens de ciclo hiberno-primaveril, pode ser uma alternativa para aumentar a taxa de prenhez em vacas primíparas de corte e reduzir o período de anestro pós-parto.

Cachapuz et al. (1990), ao trabalharem com vacas primíparas de corte em diferentes sistemas alimentares, observaram similaridade nas taxas de prenhez. Lobato & Barcellos (1992) observaram maiores valores de taxa de prenhez de 77,9% para vacas mantidas em pastagem melhorada em comparação aquelas mantidas apenas em pastagem natural.

Aliado ao uso de pastagens cultivadas, o fornecimento de suplementos é uma alternativa utilizada para reduzir as variações na produção de forragem no decorrer da estação de pastejo e têm como objetivo suprir um déficit na qualidade ou quantidade de pasto (Elizalde, 2003). O fornecimento de suplementos energéticos a bovinos de corte em pastejo, possibilita aumento no ganho de peso individual e por unidade de área, bem como um melhor escore de condição corporal e peso corporal, condições que permitem o acasalamento com menor idade (Pötter et al., 2010). Desse modo, é de fundamental importância estabelecer parâmetros de manejo e produção, inseridos em nossa realidade de ambiente, com efetividade e viabilidade técnica/econômica para que se possa incrementar de forma significativa o desempenho da pecuária regional e nacional (Menegaz et al., 2008).

A escolha do tipo e do nível de suplemento a ser utilizado depende do objetivo do sistema de produção. Quando o objetivo é maximizar o desempenho individual, os níveis de suplemento devem ser minimizados, possibilitando incrementos no ganho de peso dos animais. Neste caso, incrementos na taxa de lotação não são almejados, pois a base forrageira é um alimento de menor custo, enquanto que uma boa resposta em desempenho individual depende de suplementos de alta qualidade (Lobato & Pilau, 2004).

Segundo Rovira (1996), a vaca primípara de corte é mais sensível à limitação nutricional do que a vaca adulta, pois a mesma precisa ter atendidas às suas exigências de manutenção, crescimento e produção de leite, além de retomar a atividade sexual. Corah et al. (1975), ao trabalharem com dois níveis de energia pré-parto em vacas primíparas, baixo e alto, observaram nas vacas alimentadas com alto nível de energia, intervalos pós-parto mais curtos em comparação aquelas alimentadas com baixo nível de energia. Após 40 dias do parto, 41% e 26% das vacas alimentadas com alto e baixo nível de energia, respectivamente, manifestaram sinais de estro. Ao início do acasalamento, as mesmas apresentaram 74% e 56% de estro, respectivamente.

O peso das fêmeas também é conhecido por ter um efeito significativo sobre a taxa de prenhez (Spitzer et al., 1995; Shorten et al., 2015). O peso ao parto é considerado como um bom indicativo do subsequente desempenho reprodutivo de vacas de corte (Rovira, 1974; Corah et al., 1975; Polli & Lobato, 1985; Cachapuz et al., 1990). Rovira (1974), determinou em vacas Hereford primíparas aos três anos de idade, índices de prenhez de 95, 53, 50 e 0%, com pesos ao parto de 419, 341, 320 e 269 kg, respectivamente. Lobato; Zanotta Jr; Pereira Neto (1998), determinaram prenhez de 95,2%, 86,4%, 56,7% e 35,0%, com peso ao parto de vacas primíparas de três anos de idade, de 410, 376, 370 e 359 kg, respectivamente.

O desempenho reprodutivo está associado ao escore de condição corporal (Bossis et al., 2000), que ao parto é fator do desempenho reprodutivo subsequente de vacas de corte (Morrison et al., 1999), o qual é preciso e de alta rentabilidade para estimar as reservas de energia ou gordura vegetal em vacas de corte (Wagner et al., 1988). É também o principal fator que determina, além da concepção durante a estação reprodutiva, a duração do parto-primeiro estro (Wiltbank et al., 1962). No período de pós-parto, a condição corporal pode afetar o crescimento e a persistência do folículo dominante (Rhodes et al., 1995).

A determinação de escores de condição corporal deve ser vista como uma forma efetiva de manejo no desempenho reprodutivo, sendo que esta varia em função da quantidade e qualidade forrageira, e da quantidade e tipo de suplemento alimentar fornecido aos animais, principalmente no inverno. O peso corporal nem sempre reflete as mudanças no estado nutricional, sendo que a condição corporal é o melhor indicativo para se acompanhar o estado nutricional da vaca (Lobato & Magalhães, 2001).

Segundo Pilau & Lobato (2008), pastos de alta qualidade podem ser utilizados com o intuito de evitar o baixo peso ao parto de primíparas, para obter ganho de peso elevado no período inicial da gestação e aumento na condição corporal. A subnutrição pré-parto, para reduzir o peso ao nascer do bezerro como forma de evitar a distocia, pode aumentar o intervalo parto-concepção (Short et al., 1990), reduzir o peso ao desmame dos bezerros (Corah et al., 1975) e a produção de leite (Bellows & Short, 1978), sendo esses efeitos mais graves em primíparas do que em vacas adultas (NRC, 1996).

A relação ideal entre o manejo dos pastos e dos rebanhos de cria, no entanto, não é alcançada na grande maioria nas propriedades do Rio Grande do Sul. Exclusivamente em pastagem natural, no Rio Grande do Sul,

as novilhas têm idade entre 30-36 meses ao início do primeiro acasalamento (Nabinger et al., 2005).

Um manejo ideal resultaria numa vaca gestante nas primeiras semanas da estação reprodutiva, parindo e desmamando um bezerro saudável e ainda repetindo prenhez e concebendo no início do período reprodutivo subsequente, considerando um período de doze meses. Para isso ocorrer com as fêmeas em reprodução, as vacas devem ser manejadas para parir com condição corporal entre 3,5 e 4,0 (escala 1 a 5) e ser alimentadas para minimizar as perdas de reservas corporais durante o início da lactação (Lobato, 2003).

O anestro é outro fator que influencia o desempenho reprodutivo das fêmeas. Segundo Wiltbank (1983), as vacas que parem mais cedo possuem maiores chances de obter altas taxas de prenhez. Vacas que haviam parido do dia 1 ao 20, 21 ao 40, 41 ao 60 e 61 ao 93 dentro da estação de parição obtiveram índices de reprodução de 88%, 81%, 84% e 67%, respectivamente (Wiltbank et al., 1985).

A redução da idade de acasalamento das novilhas é uma necessidade para melhorar a eficiência biológica dos rebanhos, pois altera a estrutura do rebanho de cria, reduz o intervalo de gerações e diminui a participação de animais em recria na composição do rebanho (Menegaz et al., 2008). Desde algumas décadas é considerado que, para as novilhas alcançarem a puberdade aos 13/15 meses de idade devem ter entre 60 a 65% do seu peso corporal adulto esperado (Patterson et al., 1992; NRC, 1996). Dessa forma, o enfoque tradicional para o desenvolvimento de novilhas na pós-desmama fixou-se em padrões de ganho de peso que permitissem que as mesmas alcançassem ou excedessem esse alvo.

Novilhas que alcançam a puberdade mais jovens e, conseqüentemente, podem ser acasaladas mais jovens, tendem também, se bem alimentadas, a conceberem cedo nas outras estações de acasalamento e desmamam terneiros mais pesados (Lobato et al., 2000). Quando se deseja realizar o primeiro acasalamento aos 13/15 meses de idade, algumas metas mais rigorosas e em menor período de tempo devem ser cumpridas (Carrillo, 2001). Maior peso já ao desmame e à idade de 12-14 meses são necessários (Pilau et al., 2008). Segundo Schillo et al. (1992), o peso ao desmame e o planejamento nutricional são os determinantes da idade à puberdade.

Buskirk et al. (1995) enfatizaram que a probabilidade das fêmeas ficarem púberes antes do início da reprodução é maior, uma vez que o peso à desmama e os ganhos no pós-desmame são aumentados. Assim, novilhas que atingem a puberdade mais cedo tem um maior número de estros antes da época de reprodução, tem uma maior concepção e concebem no início da mesma (NRC, 2000). Para novilhas atingirem a puberdade e emprenhar aos 13/15 meses de idade, deve-se ter condições adequadas de manejo e nutrição (Rovira, 1996; Rocha & Lobato, 2002). Para que seja atingida a maturidade sexual de novilhas a essa idade, são recomendados ganho de 0,400 a 0,800 kg/dia na fase de recria (Beretta & Lobato, 1998).

Com a redução da idade do primeiro acasalamento, é possível melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho por meio da maior e mais precoce pressão de seleção, diminuindo o intervalo de gerações, com retorno mais

rápido dos investimentos (Vaz & Lobato, 2010). Mas, o primeiro parto aos 22/24 meses de idade torna a vaca primípara ainda mais vulnerável em comparação àquelas recriadas para iniciar a fase reprodutiva em idades mais avançadas, em virtude da necessidade de maiores taxas de ganho de peso em menor período de tempo, em contraste com o menor tamanho corporal, o que pode também resultar em elevadas taxas de distocia (Pilau & Lobato, 2009).

Manter uma fêmea no rebanho durante um ano sem produzir e parindo somente aos três anos de idade pode não ser viável economicamente. No entanto, para se antecipar a idade de início do acasalamento das novilhas deve-se antes adaptar as condições de manejo e alimentação para que estes animais tenham bons ganhos de peso e desenvolvimento até o fim do segundo acasalamento. Caso não alcancem o desenvolvimento desejável nas diversas etapas, o programa de antecipação do primeiro acasalamento será inútil (Morris, 1980; Nuñez-Domingues, 1991).

Pötter et al. (1998) avaliaram a produtividade e economicidade de diferentes sistemas produtivos: novilhas prenhes aos 14/15 meses, 24/26 meses e 36/37 meses de idade e concluíram que, independente do sistema alimentar utilizado no período outono/inverno, o “sistema um ano” apresentou aumento na taxa de desfrute, maior eficiência de estoque e maior produção de kg de peso corporal por hectare. Além disso, concluíram que os sistemas com uso de tecnologias mais intensivas têm os melhores resultados quando comparados com o “sistema tradicional” de pecuária de corte.

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

A hipótese central do trabalho propõe que a análise conjunta de experimentos constitui-se em uma alternativa para unir resultados isolados, buscar novas relações ainda não evidenciadas, apontar ou reforçar o uso de práticas de manejo no rebanho de cria do Rio Grande do Sul, para proporcionar aumentos na taxa de natalidade e repetição de prenhez.

Neste sentido, o objetivo geral foi caracterizar e analisar possíveis relações não aparentes nos estudos de forma individualizada, por meio de um estudo meta-analítico, em dados oriundos de 43 experimentos realizados de 1976 a 2015, com manejo do rebanho de cria no Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos foram:

1. Avaliar, utilizando métodos meta-analíticos, alguns dos fatores de maior influência no desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte no Sul do Brasil;
2. Avaliar, por meio de meta-análise, a taxa de prenhez de novilhas e vacas primíparas de corte, submetidas a uma análise geral e de subgrupos dos fatores que podem afetar esses índices;
3. Avaliar, por meio de uma abordagem meta-analítica, os fatores que influenciam a taxa de prenhez de novilhas e vacas primíparas de corte, por diferentes modelos.

CAPÍTULO II

Reproductive performance of heifers and primiparous cows: a meta-analysis

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da **Revista Brasileira de Zootecnia**.

25 inefficient in this regard, as the records of the Secretary of Agriculture, Production and
26 Supply (SEAPA) indicate a total of 1.34 million heifers with 24 months of age and of
27 1.36 million with 36 months in this region (SEAPA, 2016).

28 A reduction in the age at the first reproductive period causes changes in herd
29 structure because it reduces the interval between generations and the participation of
30 unproductive animals in the herd composition (Roso et al., 2009). Reducing the age of
31 heifers at first calving has yielded faster returns on investment and increased the length
32 of the productive life in cows (Short et al., 1999).

33 When adopting adequate nutritional management, reducing the age at first
34 calving of heifers, as well selecting breeds or crosses that are best adapted to the local
35 environmental conditions, can improve biological efficiency and the reproductive
36 indexes. Such improvements are necessary for the intensification of livestock farming in
37 southern Brazil.

38 To increase the productivity and economics of beef cattle farming, methods to
39 increase the average weaning rate of 52.13% of the Rio Grande do Sul State herd
40 (SEAPA, 2016) are needed. This weaning rate is very low, and primiparous cows have
41 poorer reproductive performance. This poor performance is due to the longer post-
42 partum anestrus in these cows due to growth and first lactation and is exacerbated when
43 the nutritional level is low (Menegaz et al., 2008).

44 The combined analysis of experimental data from multiple studies allows better
45 precision in the evaluation of the effects of the treatments and unites isolated results,
46 potentially revealing previously unidentified relationships. These benefits are possible
47 due to an informed analysis, a greater amount of information, and increased
48 comparisons among themes (Lovatto et al., 2007). In studies of grazing animals, the

49 complex logistics and high cost of conducting experiments can stimulate the
50 redefinition of experimental units in an attempt to increase the analysis degrees of
51 freedom (Fisher, 1999). One tool that is used to analyze grouped experimental data is
52 meta-analysis.

53 The objective of the present study is to use meta-analytical methods to evaluate
54 some of the factors that have the greatest influence on the reproductive performance of
55 heifers and primiparous cows in southern Brazil.

56

57 **Material and methods**

58

59 As the present study is a meta-analytical study, the data used were obtained from
60 the published literature, and animals were not used by the authors in this project.

61 Between 1976 and 2015, several experiments were conducted at the Agronomic
62 Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul and at private
63 farms in the State of Rio Grande do Sul to investigate the factors that affect the
64 pregnancy rate of heifers and primiparous cows (Table 1). Data included records from
65 29 studies (dissertations or theses) involving 43 experiments (some studies involved
66 more than one experiment).

67 The climate in all of the experiment areas is subtropical. The explanatory factors
68 that were considered were the following: animal category (heifers or primiparous cows),
69 age class of females at the beginning of the reproductive period (14, 24 or 36 months),
70 breed category (taurine or crossbreed) and pasture type (winter-spring cycle or natural).
71 The considered response variables were the following: weight and body condition score

72 at the beginning and end of the reproductive period and pregnancy rate of heifers and
73 primiparous cows.

74 Data from each heifer and primiparous cow were made available in the general
75 database in an incomplete block design. The records stored in the database contained
76 details of each study (for example, experiment number, author name and year of each
77 experiment). The total number of animals represented in the initial database was 3544.
78 Some variables were highly correlated, and not all combinations of treatments were
79 included in each experiment. Works that used supplementation were excluded, as were
80 studies with insufficient information (Schwarzer et al., 2015). As a result, 2559 females
81 were included in the final database.

82 Statistical analyzes were performed using SAS (Statistical Analysis System,
83 version 9.4). Studies or experiments were considered as random factors to compose the
84 statistical model. A normality test was performed ($P > 0.05$). Due to non-normally
85 distributed data, mean weight and body condition score at the beginning and end of the
86 breeding season and pregnancy rate of heifers and primiparous cows were compared
87 using the Kruskal-Wallis test, adopting 5% as the maximum significance level. A mixed
88 model was constructed using the MIXED procedure with animal category, age class at
89 the beginning of the breeding season, pasture type and breed category as fixed effects.
90 Where differences were observed, the means were adjusted and compared by *lsmeans*
91 using a t test. Structural selection tests were performed using the Akaike Information
92 Criterion (AIC) to determine the model that best represented the data. The interactions
93 between pasture type and breed category, between pasture type and age class of
94 primiparous cows exposed to breeding and between breed category and age class were
95 retained in the model when significant at the 5% level ($P < 0.05$).

Results

96

97

98 At the beginning of the reproductive period (Table 2), higher weights were
99 observed in crossbreed heifers than in taurine heifers, in heifers with previous grazing
100 on winter-spring pasture than in heifers grazed on natural pasture, and in heifers mated
101 at 24 months than in heifers mated at 12 months. At the end of the reproductive period
102 (Table 2), crossbreed heifers with previous grazing on winter-spring pasture and mated
103 at 24 months of age presented higher body weight.

104 The body condition score at the beginning of the reproductive period (Table 2)
105 in the classification by Lowman et al. (1976) (1 to 5 scale) was higher in crossbreed
106 heifers than in taurine heifers and in heifers with previous grazing on winter-spring
107 pasture than in heifers with previous grazing on natural pasture. However, the score was
108 similar in heifers with first reproductive period at 14 or 24 months of age.

109 There was a difference in body condition score (BCS) at the end of the
110 reproductive period (Table 2) between crossbreed and taurine heifers, between the two
111 pre-grazing pasture types and between the two age classes at the first breeding season.
112 The pregnancy rate was higher (Table 2) in crossbreed heifers than in taurine heifers, in
113 heifers previously grazed on winter-spring pasture than in those grazed on natural
114 pasture and in heifers exposed to reproduction at 24 months than in those mated at 12
115 months.

116 The highest weight at the beginning of the reproductive period (Table 3) was
117 observed in crossbreed primiparous cows at 36 months of age with previous grazing on
118 winter-spring cycle pastures. There was interaction ($P=0.0317$) of calving age and
119 pasture type in the previous winter and spring on weight at the end of the reproductive

120 period in taurine and crossbred primiparous cows. The highest weight was exhibited by
121 crossbred cows at 36 months of age (390.70 ± 1.55 kg), which was 7.35% higher than
122 the weight of taurine cows at 36 months. The highest weight at the end of the breeding,
123 in the summer months, was exhibited by crossbred cows with previous grazing on
124 pastures of the winter-spring cycle (390.76 ± 2.36 kg) and was 4.43% higher than the
125 weight exhibited by those grazed on natural pasture or by taurine cows grazed on winter
126 pasture. The lowest weight at the end of reproduction was observed in taurine cows,
127 which were always managed on natural pasture (338.94 ± 8.54 kg).

128 There was no difference in body condition score at the beginning of the
129 reproductive period (Table 3) between crossbred and taurine primiparous cows.
130 Primiparous cows with previous grazing in winter-spring pasture had a higher BCS than
131 did those grazed on natural pasture, and primiparous cows at 24 months of age had a
132 higher BCS than did those at 36 months.

133 Body condition at the end of reproduction was similar (Table 3) between
134 crossbred and taurine primiparous cows. Primiparous cows previously grazed on
135 winter-spring cycle pasture and those that were exposed to reproduction at 24 months of
136 age obtained higher body condition at the end of the reproductive period compared with
137 those maintained on natural pasture and exposed to reproduction at 36 months of age,
138 respectively.

139 Taurine primiparous cows achieved a higher pregnancy rate (Table 3) than did
140 crossbred cows ($55.65 \pm 1.59\%$), as did primiparous cows with previous grazing on
141 winter-spring cycle pasture compared with those grazed on natural pasture. Primiparous
142 cows at 24 months had more pregnancies than did those at 36 months of age.

143

Discussion

144

145

146 Nutrition in bovine females is important because it directly affects aspects of
147 their physiology and reproductive performance (Sartori and Guardieiro, 2010). Heifers
148 grazed previously on winter-spring pasture and on natural pasture at the end of the cycle
149 presented 318.34 ± 2.01 kg and 295.01 ± 2.28 kg of body weight, respectively,
150 corresponding to 70.74% and 65.55% of adult weight, respectively, considering 450 kg
151 as the average weight of adult cows. These percentages were above the minimum
152 established by the NRC (1996) of 60% and 65% for *Bos taurus* and *Bos indicus*,
153 respectively, at the beginning of the first breeding season. Freetly et al. (2011) obtained
154 *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers at puberty with 56 to 58% and 60% of adult weight,
155 respectively. Larson et al. (2011) observed good reproductive rates in heifers with 55%
156 of adult weight among uniform herds with high selection pressure and good nutrition
157 conditions. In more intensive livestock systems, genetic selection for reproduction at
158 younger ages, with emphasis on calf rearing, has increased the possibility of pregnancy
159 at lower adult weight percentages (Gasser, 2013; Hersom et al., 2013) as have the lower
160 nutritional requirements of these animals (Funston and Larson, 2011).

161 Bittencourt et al. (2005) concluded that 73% of variation in pregnancy rate can
162 be explained by body weight at the beginning of reproduction in rearing heifers at 14
163 months of age. When considering the breed category, i.e., taurine or crossbreed, the
164 weights observed in the present study at the beginning of reproduction were consistent
165 with the range proposed by Rovira (1996) of 280 to 300 kg for British breeds and
166 crossbreeds, which were sufficient to obtain high pregnancy rates rapidly at the
167 beginning of the breeding season. Heifers of larger genetic groups of adult size reach

168 puberty at later ages than do those of smaller size and lower adult weight (Owens et al.,
169 1993).

170 Crossbreed heifers with pre-grazing on winter-spring pasture had a higher body
171 condition score than previous grazing on natural pasture during the reproductive period
172 as a result of their greater nutritional status and higher on fat reserves, independent of
173 body weight and digestive tract content (Morris and Wilton, 1976). Moreover,
174 crossbreed animals are more resistant to stress caused by climatic environmental
175 factors, such as humidity and temperature and have greater resistance to ticks and
176 higher growth potential (Frisch and Vercoe, 1984). Gains in body condition have also
177 been attributed to better nutrition by Short et al. (1990) and Cutaia et al. (2003), which
178 allows heifers exposed to reproduction at 24 months of age to be in better body
179 condition and at higher weight than heifers at 14 months, which are still growing
180 (Freetly, 1999).

181 In restricted feeding conditions, nutrition should be increased to obtain good
182 reproductive performance of heifers that are submitted to reproduction at earlier ages
183 (Sammelmann et al., 2001). Animal performance is conditioned by several factors such
184 as genetics, pre-mating feeding, feed intake and nutritive value, and conversion
185 efficiency (Gomide and Gomide, 2001). When the goal is to reduce age at first mating,
186 there is a need to prioritize adequate nutritional levels so that heifers at mating have
187 achieved the necessary weight. Adequate weight results in regular endocrine function
188 and the adequate release of reproductive hormones, which promote a satisfactory and
189 concentrated pregnancy rate at the beginning of the reproductive period (Garcia et al.,
190 2003; Emerick et al., 2009). Pregnancy rates of 82.43% in heifers with pre-grazing on
191 winter-spring pasture and of 56.04% in heifers grazed on natural pasture are attributed

192 to the growth achieved, with minimum weight at the beginning of the breeding season.
193 These conditions increase the likelihood of achieving good results with respect to the
194 factors evaluated here (animal category, age class of females at the beginning of the
195 breeding season, breed category and pasture type). The weight and nutritional level
196 imposed on heifers are parameters highly related to the triggering of sexual activity
197 (Wiltbank, 1969; Hess et al., 2005; Nepomuceno, 2013). Above a certain critical body
198 weight, other factors are more relevant for obtaining higher reproductive indexes,
199 including individual or herd intrinsic fertility, paternal and maternal effects, and racial
200 and heterosis effects (Wiltbank, 1969; Rodrigues et al., 2002).

201 Greater development of steers, such as heifers, is obtained in natural pastures of
202 the State of Rio Grande do Sul when they are managed to receive a high daily supply,
203 specifically, 12-13% of body weight, as determined by Maraschin et al. (1997) and
204 Santos et al. (2008). If this occurs from 12-13 months of age, until 18-20 months of age,
205 heifers will reach greater levels of development, with gains of 100-120 kg during the
206 period. These gains along with those obtained in winter-spring cycle pastures and higher
207 weaning weights, which are common in herds of greater genetic quality and animal
208 management (Restle et al., 1999; Lobato, 2003), allow heifers to initiate the
209 reproductive period in better condition and reach higher reproductive performance, with
210 more beneficial effects in subsequent reproductive seasons (Scaglia, 1997).

211 Heifers reared at 24 months of age presented a 73.84% pregnancy rate, which
212 was higher than exhibited by heifers at 14 months (56.23%) and the result of their
213 higher body weight at the beginning of reproduction. According to Freetly (1999), the
214 bovine female presents active growth until the four years of age Under similar nutrition
215 conditions, older heifers have a higher probability than do younger heifers of cycling

216 before breeding begins. This may increase the probability of conception since the
217 conception rates are higher in heifers that have undergone three or more estrus cycles
218 before the reproductive period (Byerley et al., 1987). According to Gasser et al. (2006),
219 reproductive development measured by the early onset of puberty may be due to an
220 accelerated growth rate resulting from an increased density of dietary energy. A higher
221 gain rate in the post-weaning period promotes an increase in the concentration,
222 frequency and pulses of LH in the pre-pubertal period (Gasser et al., 2016), which is a
223 necessary event for puberty to occur (Schillo et al., 1992).

224 The higher pregnancy rate of crossbreed heifers relative to taurine heifers
225 observed in the present meta-analysis, may be related to genetic factors, which are
226 responsible for the great variation in body weight evolution at this stage of
227 development. According to Patterson et al. (1992), heifers of larger adult races reach
228 puberty at a higher number of days of age and at a higher body weight relative to heifers
229 of races of smaller size and lower weight gain. Genetic factors are determinant in the
230 reproductive process and underlie heterosis, which is manifested by the greater
231 adaptation to the environment and superior reproductive ability of mestizo animals over
232 purebred ones (Turnle et al., 1968; Sollecito et al., 2016). Steffan et al. (1985) observed
233 pregnancy rates of 59.0% and 84.3% for taurine and crossbreed heifers, respectively.
234 Laster et al. (1976) observed a 15.9% higher pregnancy rate in crossbreed heifers than
235 in taurine ones due to the former's greater body development. Restle et al. (1999)
236 analyzed different genetic groups and observed that crossbreed heifers were 25% older
237 than taurine heifers.

238 Pregnant heifers should reach 75% of adult weight at the end of the autumn,
239 80% of adult weight after calving and 85% of adult weight at the beginning of the

240 subsequent mating period (Rovira, 1981). At the beginning of the reproductive period,
241 the weights of primiparous cows with previous grazing on winter-spring cycle pasture
242 were higher (377.80 kg) than cows grazed previously on natural pasture (368.40 kg),
243 representing 83.96 and 81.87% of adult weight, respectively. These weights are slightly
244 lower than the weight required for primiparous herds in which adult cows have an
245 average body weight of 450 kg.

246 The reduction of the nutritional level or fodder supply in the months prior to
247 delivery with the objective of reducing calf birth weight to avoid losses due to dystocia
248 can increase the delivery-conception interval (Short et al., 1990; Dunn & Moss, 1992),
249 reduce milk yield and reduce the calf weaning weight (Corah et al., 1975; Bellows and
250 Short, 1978; Kroker and Cummins, 1979). However, low pre-partum nutritional levels
251 over the last three months may allow fetal gains only, with marked growth at this stage
252 of gestation (Spitzer, 1986). According to Spitzer (1986), heifers with low development
253 up to this point should have greater gains in the postpartum and reproductive periods. In
254 situations where pastures are inadequately managed such that the supply and quality of
255 forage in the winter are low, in the final third of gestation, heifers may have adequate
256 weight at the first service but equal or lower weight at delivery and at the second service
257 (Carrillo, 2001). This can prevent primiparous cows from reaching the weight necessary
258 for adequate reproductive performance.

259 Natural pastures are characterized by variations in the composition, structure and
260 diversity of soils, which oscillate in quantity and quality throughout the year (Boldrini,
261 1997). On natural pasture, without adequate stocking practices and forage supplies
262 (Bransby and Maclaurin, 2000; Sollenberger et al., 2012), primiparous cows present
263 lower productive and reproductive index values than they do on winter-spring cycle

264 pasture, as observed in the present meta-analysis. When cows are subjected to food
265 restriction, the levels of glucose, insulin and IGF-I are low, and there is no stimulus for
266 the release of GnRH through the hypothalamus and no stimulation and release of
267 gonadotrophins. Under such conditions, the ovary is less sensitive to gonadotrophic
268 stimuli and does not produce estrogen and progesterone; consequently, the cow does not
269 enter estrus (Schillo, 1992; Sartori and Mollo, 2007).

270 Nutrition directly influences fertility by affecting the supply of specific nutrients
271 required in the processes of ovulation, fertilization, embryonic survival and gestation. In
272 addition, nutrition indirectly influences the circulation of hormones and metabolites that
273 are required for the success of these processes (Robinson et al., 2006). Fertility is also
274 influenced by factors such as race, weight and body condition (Spitzer, 1986; Short et
275 al., 1990; Cutaia et al., 2003), which, if appropriate, allow normal reproductive
276 functioning.

277 The performance of primiparous cows is determined by nutrition and, when they
278 present a higher body condition score, consequently they also present a higher
279 pregnancy rate (Meneghetti and Vasconcelos, 2008; Bohnert et al., 2013; Ferreira et al.,
280 2013). Even the primiparous cows presented differences in body condition between
281 pasture types and age classes (2.97 and 2.68 points in winter-spring cycle pasture and
282 natural pasture, respectively, and 2.90 and 2.77 points in primiparous cows at 24 and 36
283 months of age, respectively). The cows' scores at the beginning of reproduction were
284 lower but very close to the score of at least 3.0 points recommended by Lowman (1985)
285 to obtain good reproductive indexes. Lobato (2003) recommends that primiparous cows
286 have a minimum body condition score of 3.0 to reach at least 3.5 to 4.0 at the beginning
287 of the second breeding season. According to Wettemann (1994), there is a high

288 correlation between body condition at birth and immediate reproductive performance.
289 Cows with good body condition at calving return to early estrus and have higher
290 conception rates. In addition, females with adequate pre-calving nutrition have a shorter
291 first-calving interval than do those with a low nutritional level (Wiltbank et al., 1962;
292 Spitzer, 1986). The postpartum nutritional level has little effect on the reproductive
293 performance of cows with good body condition at calving, and primiparous cows must
294 maintain a body condition of 3.5 or higher to have an adequate pregnancy rate (Oliveira
295 et al. 2006).

296 The importance of achieving adequate weights and body condition scores at
297 partum, improving them if necessary before the beginning of reproduction, and
298 maintaining them during the reproductive season is related to the time required for
299 conception (Spitzer et al., 1995). Cows who conceive later have a later onset of
300 reproduction and less time for conception in the period that follows (Freetly, 1999).
301 Body condition at birth is likely the most important factor affecting reproductive
302 performance according to Morrison et al. (1999) and Donzelli et al. (2010), and it may
303 be correlated with body condition at the beginning of the subsequent mating period
304 (Sampedro et al., 2000). According to Bohnert et al. (2013), cows exhibiting
305 malnutrition during pregnancy and with a body condition of 2.5 and 3.5 at delivery
306 presented pregnancy rates between 79.3% and 91.6%, respectively. According to Rice
307 (1991), the high nutrient demands of lactation and the inhibitory effects of calf feeding
308 on GnRH secretion and gonadotrophins are more significant in cows of low body
309 condition.

310 Nutrition and, consequently, weight and body condition score are factors that
311 influence the pregnancy rate of primiparous cows. The lowest pregnancy rate was

312 observed in primiparous cows at 36 months of age and can be attributed to the longer
313 duration spent on natural pasture than spent by primiparous cows at 24 months of age.
314 Under these conditions, excessive stocking promotes low forage offer and the inability
315 of animals to ingest sufficient fodder daily to achieve adequate reproductive
316 performance. According to Dhuyvetter (1995), environmental factors and management
317 practices can alter animal growth rate and development, thus influencing size scores.
318 Animals exposed to low nutritional levels show slower development and lower stature
319 than average whereas those managed under high nutritional levels develop more rapidly
320 (Buttram and Willham, 1989). Relative to large animals, small animals reach
321 physiological maturity earlier, at a lower weight and with a higher level of fat in the
322 carcass (Lawrence, 2016). In the period in which the growth rate decreases and the fat
323 deposition process begins, the large-size animal continues its growth phase (Mckiernan,
324 2005).

325 The higher pregnancy rate observed in the primiparous taurine cows might be
326 due to the stronger selection experienced by these females. Brazilian cattle herds are
327 composed of 9.8% pure breeds (SEBRAE, SENAR, FARSUL, 2005), the majority of
328 which are of European origin and owned by breeders. The group of crossbreed
329 primiparous cows comes from a larger group subjected to lower selection pressure and a
330 more advanced age at puberty. A less advanced age at puberty positively interacts with
331 the reproductive characteristics of a female throughout its useful life (Martin et al.,
332 1992), which might explain the differences observed in the present work. According to
333 Vercoe and Frisch (1981), animals of breeds that are better adapted to the local
334 environment and climate perform better.

335

Conclusions

336

337

338 The type of pasture, age and breed category are factors that influence the
339 productive and reproductive performance of heifers and primiparous cows in southern
340 Brazil. Heifers and primiparous cows with previous grazing in winter-spring cycle
341 pasture have higher weights, body condition scores and pregnancy rates than do those
342 with previous grazing in natural pasture. It can be concluded from the meta-analysis that
343 crossbreed heifers and primiparous taurines grazed on winter-spring cycle pasture have
344 higher pregnancy rates because they have higher nutritional levels than those grazed on
345 natural pasture.

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

References

360

361 Alpospino, B. H. J. C. 1990. Desenvolvimento de terneiros desmamados aos 100 e aos
362 210 dias até os dois anos de idade. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio
363 Grande do Sul, Porto Alegre.

364 Barcellos, J. O. J.; Lobato, J. F. P.; and Fries, L. 1997. Desempenho reprodutivo de
365 vacas primíparas Hereford e mestiças Nelore-Hereford com estação de parição e monta
366 no outono/inverno ou primavera/verão. 1. Taxa de prenhez. Revista Brasileira de
367 Zootecnia 26:976-985.

368 Bellows, R. A.; Short, R. E. 1978. Effects of precalving feed level on birth weight,
369 calving difficulty and subsequent fertility. Journal of Animal Science 46:1522-1528.

370 Beretta, V. 1994. Efeitos da ordem de utilização de pastagens melhoradas no ganho de
371 peso e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. Dissertação (M. Sc.).
372 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

373 Bittencourt, H. R.; Gottschall, C. S.; and Santana, M. F. 2005. Um modelo alternative
374 para a predição da probabilidade de prenhez em função do peso ao início do
375 acasalamento. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia 8:99-104.

376 Boldrini, I. I. 1997. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e
377 problemática ocupacional. Porto Alegre: UFRGS. Boletim do Instituto de Biociências.
378 39p. (boletim 56).

379 Bohnert, D. W., Stalker, L. A., Mills, R. R., Nyman, A., Falck, S. J., and Cooke, R. F.
380 2013. Late gestation supplementation of beef cows differing in BCS: Effects on cow
381 and calf performance. Journal of Animal Science 91:5485-5491.

- 382 Bransby, D. I.; and Maclaurin, A. R. 2000. Designing animal production studies. p.327-
383 352. In: T'Mannetje, L.; Jones, R. M. (Ed.). Field and laboratory methods for grassland
384 and animals production research. Wallingford: CAB International.
- 385 Buttram, S. T.; and Willham, R. L. 1989. Size and management effects on reproduction
386 in first-, second-and third-parity cows. *Journal of Animal Science* 67:2191-2196.
- 387 Byerley, D. J.; Staigmiller, R. B.; Berardinelli, J. G. and Short, R. E. 1987. Pregnancy
388 rate of beef heifers bred either on pubertal or third estrus. *Journal of Animal Science*
389 65:645-650.
- 390 Cachapuz, J. M. S. 1976. Influência na percentagem de fecundação de vacas com
391 primeira cria ao pé de uma pastagem melhorada ou de duas diferentes suplementações
392 quando mantidas em campo natural. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio
393 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 394 CARRILLO, J. 2001. Manejo de um rodeo de cria. 2.ed. Buenos Aires: Editorial Centro
395 Regional Buenos Aires Sur. 507p.
- 396 Corah, L. R.; Dunn, T. G.; and Kaltenbach, C. C. 1975. Influence of prepartum nutrition
397 on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny.
398 *Journal of Animal Science* 41:819-824.
- 399 Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P. S., and Bó, G. A. 2003. Programas
400 de inseminación artificial a tiempo fijo em rodeos de cria: factores que lo afectan y
401 resultados productivos. p.1119-132. In: Simposio Internacional de Reproducción
402 Animal, 5 ed. Córdoba, Argentina.
- 403 Deresz, F. 1976. Efeito do nível alimentar pré e pós-parto na taxa reprodutiva de vacas
404 com primeira cria ao pé. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do
405 Sul, Porto Alegre.

- 406 Donzelli, M. V.; Catalano, R. C.; Burges, J. C.; and Machado, C. F. 2010. Efecto de la
407 nutrición sobre la duración del anestro postparto en vacas de cría. *InVet* 12:183-194.
- 408 Dunn, T. G.; and Moss, G. E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on
409 reproductive efficiency of livestock. *Journal of Animal Science* 70:1580-1593.
- 410 Emerick, L.; Dias, J.; Gonçalves, P.; Martins, J.; Leite, T.; Andrade, V.; and Vale Filho,
411 V. R. 2009. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. *Revista Brasileira de*
412 *Reprodução Animal* 33:11-19.
- 413 Dhuyvetter, J. 1995. Beef cattle frame scores. NDSU Extension Service.
- 414 Fagundes, J. I. B. 2001. Efeitos de duas cargas animais em campo nativo e de idades de
415 desmama no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas e no
416 desenvolvimento das progênes. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio
417 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 418 Ferreira, M. C. N., Miranda, R., Figueiredo, M. A., Costa, O. M., and Palhano, H. B.
419 2013. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas de raça nelore sob
420 regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo fixo (iatf). *Semina:*
421 *Ciências Agrárias* 34:1861-1868.
- 422 Fisher, D. S. 1999. Defining the experimental unit in grazing trials. p.1-5. In:
423 *Proceedings of American Society of Animal Science*. ASAS, United States.
- 424 Freetly, H. C. 1999. The replacement heifer and the primiparous cow. p.241-249. In:
425 *Anais da 36ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Sociedade Brasileira de
426 *Zootecnia*, Porto Alegre.
- 427 Freetly, H. C.; Kuehn, L. A.; and Cundiff, L.V. 2011. Growth curves of crossbred cows
428 sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the

- 429 fraction of mature body weight and height at puberty. *Journal of Animal Science*
430 89:2373-2379.
- 431 Freitas, S. P. G. 2005. Desempenho de novilhas expostas à reprodução aos 14/15 meses
432 de idade. Thesis (D. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 433 Frisch, J. E.; and Vercoe, T. E. 1984. An analysis of growth of different cattle
434 genotypes reared in different environments. *The Journal of Agricultural Science*
435 103:137-153.
- 436 Funston, R. N.; and Larson, D.M. 2011. Heifer development systems: Dry-lot feeding
437 compared with grazing dormant winter forage. *Journal of Animal Science* 89:1595-
438 1602.
- 439 Garcia, M. R.; Amstalden, M.; Morrison, C. D.; Keisler, D. H.; and Williams, G. L.
440 2003. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and
441 circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning
442 at four months of age. *Journal of animal Science* 81:261-268.
- 443 Gasser, C. L.; Grum, D. E.; Mussard, M. L.; Fluharty, F. L.; Kinder, J. E.; and Day, M.
444 L. 2006. Induction of precocious puberty in heifers I: Enhanced secretion of luteinizing
445 hormone. *Journal of Animal Science* 84:2035-2041.
- 446 Gasser, C. L. 2013. Joint Alpharma-Beef Species Symposium: Considerations on
447 puberty in replacement beef heifers. *Journal of Animal Science* 91:1336-1340.
- 448 Gomide, J. A.; and Gomide, C. A. M. 2001. Utilização e manejo de pastagens. p.808-
449 825. In: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*.
- 450 Gottschall, C. S. 1994. Comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas
451 submetidas a três lotações de campo nativo. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal
452 do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- 453 Hafez, E. S. E. Hafez, B. 2004. Reprodução Animal. 7 ed. Barueri.
- 454 Hersom, M. J.; Bodine, T. N.; and Herring, A. 2013. Joint Alpharma-Beef Species
455 Symposium: Redefining the Replacement Heifer Paradigm. Journal of Animal Science
456 91:1321-1322.
- 457 Hess, B. W.; Lake, S. L.; Scholljegerdes, E. J.; Weston, T. R.; Nayigihugu, V.; Molle, J.
458 D. C.; and Moss, G. E. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. Journal of
459 Animal Science 83:90-106.
- 460 Kroker, G. A.; and Cummins, L. J. The effect of nutritional restriction on Hereford
461 heifers in late pregnancy. Australian Veterinary Journal 55:467-474.
- 462 Larson, D. M.; Cupp, A. S.; and Funston, R. N. 2011. Heifer development systems: A
463 comparison of grazing winter range or corn residue. Journal Animal Science 89:2365-
464 2372.
- 465 Laster, D. B.; Smith, G. M.; Cundiff, L. V.; and Gregory, K. E. 1979. Characterization
466 of biological types of cattle (cicle II). II. Postweaning growth and puberty of heifers.
467 Journal of Animal Science 48:500-508.
- 468 Lawrence, E. 2016. Beef Yield Grading. p.40-42. In: Beef improvement federation
469 annual meeting and symposium. Kansas.
- 470 LOBATO, J. F. P. 2003. A "vaca ideal" e o seu manejo em sistemas de produção de
471 ciclo curto. p.9-43. In: Simpósio da carne bovina: Da produção ao mercado consumidor,
472 1., 2003, São Borja.
- 473 Lopes, D. C. 2004. Desempenho reprodutivo de vacas de corte e desenvolvimento de
474 seus terneiros submetidos a diferentes idades de desmame. Dissertação (M. Sc.).
475 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- 476 Lovatto, P. A., Lehnen, C. R., Andretta, I., Carvalho, A. D., and Hauschild, L. 2007.
477 Meta-análise em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. Revista Brasileira de
478 Zootecnia 36:285-294.
- 479 Lowman, B. G. 1985. Feeding in relation to suckler cow management and fertility. The
480 Veterinary Record 117:80-85.
- 481 Lowman, B. G.; Scott, N.; and Somerville, S. 1976. Condition scoring beef cattle.
482 Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture, 8p.
- 483 Magalhães, F. R. 1992. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas de corte de
484 diferentes idades e desenvolvimento de seus terneiros. Dissertação (M. Sc.).
485 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 486 Maraschin, G. E.; Moojen, E. L.; Escosteguy, C. M. D.; Correa, F. L.; Apezteguia, E.
487 S.; Boldrini, I. I.; and Riboldi, J. 1997. Native pasture, forage on offer and animal
488 response. p.26-27. In: XVIII International Grassland Congress.
- 489 Martin, L. C.; Brinks, J. S.; Bourdon, R. M.; and Cundiff, L. V. 1992. Genetic effects on
490 beef heifer puberty and subsequent reproduction. Journal of Animal Science 70:4006-
491 4017.
- 492 Mckiernan, B. 2005. Frame scoring of beef cattle. Available at: <[http://](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)
493 [http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/fr](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)
494 [ame-scoring](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)>.Accessed on: Feb. 12, 2017.
- 495 Menegaz, A. L. 2006. Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas
496 primíparas de corte. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
497 Porto Alegre.

- 498 Meneghetti, M., and Vasconcelos, J. L. M. 2008. Mês de parição, condição corporal e
499 resposta ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte
500 primíparas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60:786-793.
- 501 Moraes, A. A. S. 1991. Comportamento reprodutivo de vacas e desenvolvimento de
502 terneiros desmamados em épocas diferentes. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal
503 do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 504 Morris, C. A. and Wilton, J. W. 1976. Influence of body size on the biological
505 efficiency of cows: A review. *Canadian Journal of Animal Science* 56:613-647.
- 506 Morrison, D. G.; Spitzer, J. C.; and Perkins, J. L. 1999. Influence of prepartum body
507 condition score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate
508 body condition. *Journal of Animal Science* 77:1048-1054.
- 509 Muller, A. 1998. Efeito do manejo em pastagens melhoradas e desmame aos 60 dias no
510 comportamento reprodutivo de vacas primíparas de corte e no desenvolvimento de seus
511 bezerros. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto
512 Alegre.
- 513 Nepomuceno, D. D. 2013. Efeito do manejo nutricional sobre a maturação do eixo
514 reprodutivo somatotrófico no início da puberdade de novilhas Nelore. Thesis (D. Sc.).
515 Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 516 NRC – National Research Council. 1996. Nutrient requirement of beef cattle.
517 Washington: National Academy Press.
- 518 Oliveira, R. L.; Barbosa, M. A. A. F.; Ladeira, M. M.; Silva, M. M. P.; Ziviani, A. C.;
519 and Bagaldo, A. R. 2006. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. *Revista*
520 *Brasileira de Saúde e Produção Animal* 7:57-86.

- 521 Owens, F. N.; Dubeski, P.; and Hanson, C. F. 1993. Factors that alter the growth and
522 development of ruminants. *Journal of Animal Science* 71:3138-3150.
- 523 Patterson, D. J.; Perry, R. C.; Kiracofe, G. H.; Bellows, R. A.; Staigmiller, R. B. and
524 Corah, L. R. 1992. Management considerations in heifer development and
525 puberty. *Journal of Animal Science* 70:4018-4035.
- 526 Pereira Neto, O. A. 1996. Efeitos da utilização de pastagens nativas melhoradas no
527 desenvolvimento e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. Dissertação (M.
528 Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 529 Pilau, A. 2007. Crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas.
530 Thesis (D. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 531 Polli, V. A. 1986. Efeito da utilização de forrageiras temperadas no desenvolvimento de
532 terneiras e aumento do índice de prenhez de vacas de cria. Dissertação (M. Sc.).
533 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 534 Pötter, B. A. A. 2002. Manejo reprodutivo pós-parto de vacas primíparas e
535 desenvolvimento de terneiros. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio
536 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 537 Quadros, S. A. F. 1991. Efeitos de lotação animal no comportamento reprodutivo de
538 novilhas de corte. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
539 Porto Alegre.
- 540 Restle, J.; Polli, V. A.; and Senna, D. B. 1999. Efeito de grupo genético e heterose sobre
541 a idade e peso à puberdade e sobre o desempenho reprodutivo de novilhas de corte.
542 *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34:701-707.

- 543 Ribeiro, A. M. L. 1986. Eficiência reprodutiva de três diferentes grupos raciais de vacas
544 de corte. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto
545 Alegre.
- 546 Rice, L. E. 1991. Nutrition and the development of replacement heifers. *Veterinary*
547 *Clinics of North America. Food Animal Practice* 7:27-42.
- 548 Robinson, J. J., Ashworth, C. J., Rooke, J. A., Mitchell, L. M., and McEvoy, T. G.
549 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Animal Feed Science and*
550 *Technology* 126:259-276.
- 551 Rocha, M. G. 1997. Desenvolvimento e características de produção e reprodução de
552 novilhas de corte primíparas aos 24 meses. Thesis (D. Sc.). Dissertação (M. Sc.).
553 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 554 Rosa, A. A. G. 2010. Pastagens naturais e naturais melhoradas no desenvolvimento e
555 desempenho reprodutivo de novilhas Hereford. Dissertação (M. Sc.). Universidade
556 Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 557 Roso, D.; Rocha, M. G.; Pötter, L.; Glienke, C. L.; Costa, V. G.; Ilha, G. F. 2009.
558 Recria de bezerras de corte em alternativas de uso da pastagem de azevém. *Revista*
559 *Brasileira de Zootecnia* 38:240-248.
- 560 Rovira, J. 1981. Manejo da reprodução com vacas de cria. p.157-175. In: *Anais da*
561 *Jornada Técnica de Bovinocultura de Corte no RS*.
- 562 Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cria em pastoreo. Montevideo:
563 Hemisferio Sur.
- 564 Sampedro, D.; Vogel, O.; Celser, R. 2000. Entore a los 18 meses de edad. Evolución de
565 peso y fertilidad de vaquillonas Hereford, Braford y cruzas originadas del cruzamiento

- 566 alternado Hereford x Brahman. Corrientes: EEA INTA Mercedes, 2000. 4p. (Noticias y
567 Comentarios, 336).
- 568 Santos, D. T.; Carvalho, P. C. F.; Nabinger, C.; Carassai, I. J.; and Gomes, L. H. 2008.
569 Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. *Ciência*
570 *Rural* 38:437-444.
- 571 Sartori, R. and Guardieiro, M. M. 2010. Fatores nutricionais associados à reprodução da
572 fêmea bovina. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:422-432.
- 573 Sartori, R. and Mollo, M. R. 2007. Influência da ingestão alimentar na fisiologia
574 reprodutiva da fêmea bovina. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 31:197-204.
- 575 Scaglia, G. Nutricion y reproduccion de la vaca de cria: uso de la condición corporal.
576 Montevideo: INIA, 1997. 15p. (Serie Tecnica, 91).
- 577 Schillo, K. K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone
578 secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science* 70:1271-1282.
- 579 Schillo, K. K.; Hall, J. B.; and Hileman, S. M. 1992. Effects of nutrition and season on
580 the onset of puberty in the beef heifer. *Journal of Animal Science* 70:3994-4005.
- 581 Schwarzer, G.; J. R. Carpenter, and G. Rücker. 2015. Meta-Analysis with R. p.190. In:
582 network Meta-Analysis. Springer.
- 583 SEAPA – Serviços de Epidemiologia e Estatística – Secretaria da Agricultura, Pecuária
584 e Agronegócios – RS, 2016.
- 585 SEBRAE/SENAR/FARSUL. 2005. Diagnóstico de sistemas de produção de
586 bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. Relatório. Porto Alegre:
587 SENAR, 265p.

- 588 Semmelmann, C. E.N.; Lobato, J. F. P.; and Rocha, M. G. 2001. Efeito de sistemas de
589 alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas
590 aos 17-18 meses. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30:835-843.
- 591 Short, R. E., Staigmiller, R. B., Bellows, R. A., and Greer, R. C. 1999. Breeding heifers
592 at one year of age: biological and economic considerations. p.55-68. In: Fields, M. J.,
593 and Sands, R. S. *Factors affecting calf crop*. Boca Raton: CRC.
- 594 Short, R. E.; Bellows, R. A.; Staigmiller, R. B.; Berardinelli, J. G. and Custer, E. E.
595 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef
596 cattle. *Journal of Animal Science* 68:799-816.
- 597 Silva, M. D. 2010. Análises de desempenho de machos e fêmeas Hereford de diferentes
598 tamanhos corporais. Thesis (D. Sc.). Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio
599 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 600 Simeone, A. 1995. Efeito da lotação animal e do manejo da alimentação no
601 desenvolvimento reprodutivo de vacas primíparas de corte em campo nativo.
602 Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 603 Sollecito, N. V.; Andrade, V. J.; Barbosa, F. A.; and Lobo, C. F. 2016. Taxa de
604 fertilidade de novilhas de diferentes grupos genéticos com primeiro serviço aos 14
605 meses de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 68:361-368.
- 606 Sollenberger, L. E.; Agouridis, C. T.; Vanzant, E. S.; Franzluebbbers, A. J.; and Owens, L.
607 B. 2012. Prescribed grazing on pasturelands. p.111-204. In: C. J. Nelson, editor,
608 *Conservation outcomes from pastureland and hayland practices: Assessment,*
609 *recommendations, and knowledge gaps*. Allen Press, Lawrence, KS.

- 610 Souza, A. N. M. 2005. Utilização do creep-feeding e seus efeitos no peso a desmama de
611 terneiros e no desempenho reprodutivo de vacas de corte. Dissertação (M. Sc.).
612 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 613 Souza, C. B. O. 2014. Desenvolvimento corporal e desempenho produtivo de novilhas
614 de corte prenhas aos 13/15 meses de idade. Thesis (D. Sc.). Dissertação (M. Sc.).
615 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 616 Spitzer, J. C. 1986. Influences of nutrition on reproduction in beef cattle. *Current*
617 *Therapy in Theriogenology* 2:339-341.
- 618 Spitzer, J. C.; Morrison, D. G.; Wettemann, R. P.; and Faulkner, L. C. 1995.
619 Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body
620 condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal*
621 *of Animal Science* 73:1251-1257.
- 622 Steffan, C. A.; Kress, D. D.; and Doornbos, D.E. 1985. Performance of crosses among
623 Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. III.
624 Heifer postweaning growth and early reproductive traits. *Journal of Animal Science*
625 61:1111-1120.
- 626 Tanure, S. 2008. Estratégias de manejo nutricional para novilhas e vacas primíparas de
627 corte. Dissertação (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 628 Turner, J. W.; Farthing, B. R.; and Robertson, G. L. 1968. Heterosis in reproductive
629 performance on beef cows. *Journal of Animal Science* 37:336-338.
- 630 Wettemann, R. P. 1994. Management of nutritional factors affecting the parturition and
631 postpartum cow. p.155-165. In: Fields, M. J.; Sand, R., ed. *Factors affecting calf crop*.
632 Florida.

- 633 Vercoe, J. E.; and Frisch, J. E. 1981. Animal breeding for improved productivity. 327-
634 342. In: Proceedings of an International Symposium held at St. Lucia, Queensland,
635 Australia.
- 636 Wiltbank, J. N.; Kasson, C. W., and Ingalls, J. E. 1969. Puberty in crossbred and
637 straightbred beef heifers on two levels of feed. *Journal of Animal Science* 29:602-605.
- 638 Wiltbank, J. N.; Rowden, W. W.; Ingalls, J. E.; Geegoey, K. E.; and Koch, R. M. 1962.
639 Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of*
640 *Animal Science* 21:219-225.
- 641 Zanotta Junior, R. L. D. 1984. Efeitos de diferentes níveis alimentares durante o pré e
642 pós-parto no comportamento reprodutivo de novilhas com primeira cria. Dissertação
643 (M. Sc.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Table 1 - Summary of studies included in the database, with n (number of animals), location, animal category, breed category, age class, and pasture type in southern Brazil

Year, Author	n	Location	Animal category	Breed category	Age class	Pasture type
1976, Cachapuz	43	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	36	Natural pasture
1976, Cachapuz	14	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	36	Common vetch (<i>Vicia sativa</i>)
1976, Deresz	59	Pelotas	Primiparous	Taurine	36	Natural pasture
1976, Deresz	51	Pelotas	Primiparous	Taurine	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1984, Zanotta Jr.	41	Pelotas	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1984, Zanotta Jr.	43	Pelotas	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
1986, Polli	50	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1986, Ribeiro	70	Cachoeira do Sul	Heifer	Crossbreed	24	Natural pasture
1990, Albospino	23	Eldorado do Sul	Heifer	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1991, Moraes	60	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
1991, Quadros	69	Dom Pedrito	Heifer	Crossbreed	24	Natural pasture
1992a, Magalhães	78	Rosário do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1992a, Magalhães	74	Rosário do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
1992b, Magalhães	39	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>) White clover (<i>Trifolium repens</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, and *Trifolium polymorphum*

Table 1... Continued

Year, Author	n	Location	Animal category	Breed category	Age class	Pasture type
1992b, Magalhães	19	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
1994, Gottschall	114	São Gabriel	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1994a, Beretta	61	Eldorado do Sul	Heifer	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1994b, Beretta	52	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1995, Simeone	119	Bagé	Heifer	Crossbreed	36	Natural pasture
1996, Pereira Neto	23	Eldorado do Sul	Heifer	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1996, Pereira Neto	39	Eldorado do Sul	Heifer	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1997, Rocha	249	Dom Pedrito	Heifer	Crossbreed	14	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Red clover (<i>Trifolium pratensis</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
1998, Müller	20	Eldorado do Sul	Primiparous	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1998, Müller	30	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
2001, Fagundes	87	Itaqui	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2002, Pötter	32	Quaraí	Heifer	Crossbreed	24	Natural pasture
2002, Pötter	32	Quaraí	Heifer	Taurine	24	Natural pasture

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, and *Trifolium polimorphum*

Table 1... Continued

Year, Author	n	Location	Animal category	Breed category	Age class	Pasture type
2004, Lopes	39	Eldorado do Sul	Heifer	Crossbreed	36	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>) Pearl millet (<i>Pennisetum americanum</i>)
2005, Freitas	19	São Gabriel	Heifer	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2005, Freitas	43	São Gabriel	Heifer	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2005, Souza	64	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2006a, Menegaz	120	Uruguaiiana	Heifer	Crossbreed	24	Natural pasture
2006a, Menegaz	60	Uruguaiiana	Heifer	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2006b, Menegaz	74	Uruguaiiana	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2006b, Menegaz	69	Uruguaiiana	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2007a, Pilau	89	Tupanciretã	Heifer	Taurine	14	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2007b, Pilau	30	Tupanciretã	Primiparous	Taurine	24	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, and *Trifolium polimorphum*

Table 1... Continued

Year, Author	n	Location	Animal category	Breed category	Age class	Pasture type
2007c, Pilau	38	Tupanciretã	Primiparous	Taurine	24	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2008a, Tanure	119	Quaraí	Heifer	Crossbreed	24	Natural pasture
2008b, Tanure	75	Quaraí	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2010, Rosa	161	Dom Pedrito	Heifer	Taurine	24	Natural pasture
2010, Rosa	80	Dom Pedrito	Heifer	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2010, Silva	142	Bagé	Heifer	Taurine	14	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2015, Souza	49	Júlio de Castilhos	Heifer	Taurine	14	Black oats (<i>Avena strigosa</i> Schreb.) Palisade grass (<i>Urochloa brizantha</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, and *Trifolium polymorphum*

Table 2 – Mean and standard error of body weight at the beginning (BWB) and end of the reproductive period (BWE), body condition score at the beginning (BCSB) and end of the reproductive period (BCSE) and pregnancy rate (PR)

	BWB	BWE	BCSB	BCSE	PR
Breed category*					
Crossbreed	321.41±2.15a	355.69±2.25a	3.62±0.03a	3.86±0.03a	70.88±1.63a
Taurine	287.11±2.18b	310.17±2.11b	3.38±0.03b	3.43±0.03b	61.77±1.97b
Pasture type*					
Winter-spring	318.34±2.01a	349.39±1.96a	3.60±0.03a	3.72±0.03a	82.43±1.60a
Natural	295.01±2.28b	324.77±2.43b	3.48±0.02b	3.60±0.03b	56.04±1.74b
Age class (months)*					
14	262.99±2.85b	293.82±3.02b	3.48±0.03	3.56±0.03b	56.23±2.81b
24	325.25±1.55a	352.81±1.66a	3.52±0.03	3.69±0.03a	73.84±1.41a

*P<0,05. ^{ab}Different letters between column values within a particular comparison (e. g. Crossbreed vc Taurine; Winter-spring cycle pasture vs natural pasture and 14 or 24 months) differ significantly from each other by the Bonferroni test

Table 3 – Mean and standard error of body weight at the beginning (BWB), body condition score at the beginning (BCSB) and end of the reproductive period (BCSE) and pregnancy rate (PR) of heifers

	BWB	BCSB	BCSE	PR
Breed category*				
Crossbreed	373.56±1.54a	2.85±0.04	2.97±0.03	55.65±1.59b
Taurine	363.37±3.61b	2.81±0.03	3.00±0.03	88.59±2.61a
Pasture type				
Winter-spring	377.80±2.29a	2.97±0.03a	3.15±0.03a	77.68±1.93a
Natural	368.40±1.80b	2.68±0.04b	2.87±0.03b	47.59±1.94b
Age class (months)				
24	348.64±2.89b	2.90±0.04a	3.16±0.04a	83.44±3.03a
36	376.09±1.55a	2.77±0.03b	2.94±0.03b	56.38±1.59b

*P<0,05. ^{ab}Different letters between column values within a particular comparison (e.g., Crossbreed vs. Taurine; Winter-spring cycle pasture vs natural pasture and 14 or 24 months) differ significantly from each other by the Bonferroni test

CAPÍTULO III

Reproductive performance of cattle: a meta-analytical approach

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação da **Animal Production Science**.

1 **Reproductive performance of cattle: a meta-analytical approach**

2 L. R. Eloy^{AD}, L. Pötter^B, C. Bremm^A, J. F. P. Lobato^A, E. A. Laca^C

3

4 ^AFaculty of Agronomy, Animal Science Department, Federal University of Rio Grande do
5 Sul, Porto Alegre, RS 91540-000, Brazil.

6 ^BRural Science Center, Animal Science Department, Federal University of Santa Maria,
7 Santa Maria, RS 97105-900, Brazil.

8 ^CDepartment of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616, United States.

9 ^DCorresponding author: lidianeloy@hotmail.com

10

11 **Abstract:** This study aims to evaluate the relationship between the pregnancy rate of female
12 beef cattle in southern Brazil and other factors such as age at mating, animal category, breed
13 and type of pasture before mating. Data from 29 dissertations and theses were analyzed,
14 representing 2862 bovine females exposed to reproduction in southern Brazil. The pregnancy
15 rate is different when beef cattle females are mated at 14, 24 or 36 months of age. The
16 database showed that the pregnancy rate is similar for heifers or primiparous cows (67.38%),
17 crossbred or Taurine cattle (68.20%), and those maintained in winter or natural pasture
18 (65.52%).

19

20 **Additional keywords:** forest plot, heifers, heterogeneity, pregnancy rate, primiparous cows

21

22 **Introduction**

23 The occurrence of puberty marks the beginning of the reproductive activity of the heifer. It is
24 the moment that the female is able to reproduce, which is one of the characteristics of

25 extreme importance for the reproductive efficiency of the herd (Rovira, 1974; Brinks, 1984).
26 Genetic and environmental factors influence the development of puberty. Genetic factors
27 include breeds, their crossing and even type of animal within the same breed group (Martin *et*
28 *al.*, 1992). Among genetic factors, size at adulthood may be a determinant (Owens *et al.*,
29 1993). Nutrition stands out among environmental factors, with direct influence on weight
30 gain and age at puberty.

31 Meta-analysis is a powerful analytic method that integrates the results from many
32 studies to provide a more robust estimate of the effects of an investigation (Duffield *et al.*,
33 2012b; Lean *et al.*, 2014). It allows the examination of heterogeneity or variability of
34 responses to better target knowledge gaps, provide more effective interventions, and resolve
35 hypotheses about the action of an intervention (Golden and Lean, 2016). The use of meta-
36 analysis in the animal science literature is an important tool to synthesize treatment effects
37 across multiple studies, particularly when biologically or economically important effects may
38 be difficult to detect without large sample sizes (Donner *et al.*, 2001; Duffield *et al.*, 2012a).

39 Identifying solutions and using them to increase the average herd birth rate is the main
40 option for increasing the productivity and economics of beef cattle herds in southern Brazil.
41 This birth rate is considered low, and a cow with its first calf on the hoof presents a worse
42 reproductive performance, since it shows a more prolonged postpartum anestrus in relation to
43 the adult cows, a factor that worsens when the nutritional level is low. The objective of the
44 present study is to provide information on the pregnancy rate of female beef cattle in southern
45 Brazil by factors that may affect these indexes through a meta-analysis.

46

47 **Materials and methods**

48 *Data collection*

49 Several experiments were conducted at the Agronomic Experimental Station of the Federal
50 University of Rio Grande do Sul and on private properties in the State of Rio Grande do Sul
51 to investigate the effects of several factors on the pregnancy rate of heifers and primiparous
52 beef cows (Table 1) between 1976 and 2015. The data include the records of 26 studies
53 (dissertations or theses) and 44 experiments (some studies had more than one experiment).
54 The climate in all places studied is subtropical humid. Explanatory factors considered were
55 animal age and category, breed and type of pasture before mating.

56 The records stored in the database contained detailed descriptions of each reference
57 (e.g., experiment number, author name and year of each experiment). The total number of
58 animals was 3544 in the initial database. Data without adequate information were excluded,
59 leaving 2862 animals in the database. Information used was age at mating (14 months [4
60 studies], 24 months [14 studies] or 36 months [14 studies]); animal category (heifers [15
61 studies] or primiparous cows [17 studies]); breed (Crossbreed [24 studies] or Taurine [13
62 studies]) and type of pasture (natural [16 studies] or winter pasture [23 studies]). Some
63 studies involved more than one breed and type of pasture.

64

65 *Statistical analyses*

66 We used the Freeman-Tukey double arcsine transformation method for meta-analysis of
67 pooled proportion estimates, and 95% confidence intervals were calculated within a random
68 effect model framework using the metaprop function of the R meta package to synthesize
69 data, determine averages within groups, and evaluate within-group heterogeneity. In the
70 forest plot graphs, points to the left of the vertical line represent a reduction in the outcome,
71 and points to the right of the line indicate an increase in the outcome variable. Each square
72 represents the mean treatment effect for that study. The upper and lower limit of the line

73 connected to the square represent the upper and lower 95% confidence intervals for the
74 treatment effect. Forest plots are presented only for selected output variables but were used
75 for the interpretation of each output variable. The weighting of a study is estimated by the
76 inverse of the variance of the treatment effect (Lean *et al.*, 2009). The box sizes are
77 proportional to the inverse variance of the estimates. The size of the square box reflects the
78 relative weighting of the study to the overall treatment effect estimate, with larger squares
79 representing greater weight. The boxes draw attention to the studies with the greatest weight.
80 The vertical line represents the mean difference of 0 or no effect.

81 Variations among the studies were assessed using a χ^2 (Q) test of heterogeneity (Egger
82 and Smith, 2001). The heterogeneity is based on the clinical diversity of the herds,
83 differences in study design and analytical methods, and statistical variation around responses
84 (Lean *et al.*, 2009). Identifying the presence and sources of the heterogeneity improves the
85 understanding of the responses to the pregnancy rate. The heterogeneity of the results among
86 the trials was quantified using the I^2 statistic (Higgins and Thompson, 2002), which quantifies
87 the impact of heterogeneity on a meta-analysis using mathematical criteria that are
88 independent of the number of studies and the treatment effect metric. The I^2 statistic is a
89 transformation of the square root of the χ^2 heterogeneity statistic divided by its degrees of
90 freedom and describes the proportion of total variation in the study estimates that is due to
91 heterogeneity (Higgins *et al.*, 2003). Negative values of I^2 were assigned a value of 0;
92 consequently, the value I^2 lies between 0 and 100% (Higgins *et al.*, 2003). An I^2 value of 0%
93 indicates no heterogeneity among the studies; a value near 25% indicates low heterogeneity;
94 a value near 50% indicates moderate heterogeneity; and a value of 70 to 100% represents
95 considerable heterogeneity (Higgins and Thompson, 2002; Higgins *et al.* 2003). A τ^2 value

96 was also produced, which is an estimate of the between-study variance in a random effects
97 meta-analysis (Higgins and Green, 2011).

98 The presence of publication bias was investigated using contour-enhanced funnel
99 plots, which are a single scatter plot of the intervention effect estimates from individual
100 studies (horizontal axis) plotted against the study precision (vertical axis; Light and Pillemer,
101 1984; Sterne and Harbord, 2004). Standard error is used as the measure of study size, and the
102 name "funnel plot" arises because the precision of the estimated intervention effect increases
103 as the size and precision of the study increase (Sterne and Harbord, 2004). Effect estimates
104 from small studies scatter more widely at the bottom of the graph, and the spread narrows for
105 larger studies (Sterne and Harbord, 2004). In the absence of bias, the plot should
106 approximately resemble a symmetrical (inverted) funnel. If there is bias, for example,
107 because smaller studies without statistically significant effects remain unpublished, this will
108 lead to an asymmetrical appearance of the funnel plot, and a gap will be evident in a bottom
109 corner of the graph (Sterne and Harbord, 2004).

110

111 **Results**

112 *Analysis of Data of the Pregnancy Rate in Southern Brazil*

113 The metaprop command pools proportion and presents a weighted sub-group and overall
114 pooled estimates with inverse-variance weights obtained from a random effects model. The
115 overall meta-analytical estimate of the pregnancy rate was 67.3% (95% CI – 59.5-74.7) (Fig.
116 1). As noted, I^2 statistics indicated high heterogeneity for the estimates of the pregnancy rate
117 between studies for overall analysis as well as for individual studies ($I^2=94.5$, $p<.0001$), with
118 a high variability of the pregnancy rate, ranging from 8.8% to 96.9%. Because of these high

119 I^2 values, we performed several sub-group analyses (for example, by animal age, category,
120 breed or type of pasture) to address this issue.

121 Significant sub-group heterogeneity was observed in the pregnancy rate by age at
122 mating, animal category, breed and type of pasture. Significant differences in the pregnancy
123 rate were observed in the sub-group analysis by age at mating. In the sub-group analysis by
124 animal category, breed and type of pasture, there were no significant differences in the
125 pregnancy rate (Table 2). Fig. 2 shows the funnel plot of the overall estimates of pregnancy
126 rate for each study. The publication bias of the adopted 29 studies was assessed by Egger's
127 test. Figs 3 to 6 present the study of specific proportions with 94.5% exact confidence
128 intervals for each study, for the sub-group and for the I^2 statistic that describes the percentage
129 of total variation due to inter-study heterogeneity.

130

131 *Age of animal at mating*

132 Females mating at 14, 24 or 36 months of age (Table 2) presented a weight of study of 9.4%,
133 47.0% and 43.6%, respectively. The highest proportion value for the pregnancy rate of
134 mating females at 14 months of age was observed in the work of Souza, C.B.O. (2015), with
135 values of a 77.6% confidence interval (58.7% CI: 35.9-77.6). When females were mated at 24
136 months of age, an average pregnancy rate of 80.0% was observed, with a variation in the
137 confidence interval from 40.4 to 96.9% with lower and higher values in the pregnancy rate,
138 by Rosa, A.A.G. (2010) and Pötter, B.A.A. (2002), respectively. The mean pregnancy rate for
139 females mated at 36 months of age was 54.0%, ranging from an 8.8% confidence interval
140 [Gottschall, C.S. (1994)] to a 96.1% confidence interval [Deresz, F. (1976)]. The highest
141 pregnancy rate was observed when females were mated at 24 months of age (Fig. 3).

142

143 *Type of pasture*

144 When type of pasture was considered for heifers and primiparous cows, there were no
145 significant differences in the pregnancy rate (Table 2). Heifers and primiparous cows
146 maintained in natural pasture presented values ranging from an 8.8% to a 96.9% confidence
147 interval in pregnancy rate (Fig. 4). When females were kept in winter pasture, the lower value
148 in pregnancy rate was 21.4% (CI: 4.7% to 50.8%), and the higher value was 96.1% (CI: 86.5
149 to 99.5%), found in Cachapuz, J.M.S. (1976) and Deresz, F. (1976), respectively. Although
150 females kept in winter pasture had a 21.0% higher pregnancy rate than females kept in natural
151 pasture, no differences were observed between the two feeding systems.

152

153 *Animal category and breed*

154 There were no significant differences in the pregnancy rate by animal category (Table 2). The
155 proportions of heifers and primiparous cows were 73.9% and 60.9%, ranging from a 63.8 to
156 an 83.9% confidence interval and a 59.5 to a 74.7% confidence interval, respectively (Fig. 5).

157 There were no significant differences in pregnancy rate by breed (Table 2). Values of the
158 pregnancy rate ranged from 8.8% to 95.0% and 21.4% to 96.9% for Crossbred and Taurine
159 cattle, respectively (Fig. 6).

160

161 **Discussion**

162 Knowing how to work with the heterogeneity that exists among the results of a meta-analysis
163 study is an important challenge. Heterogeneity can be overcome by using random effects
164 models that consider variability within and between studies and by stratified analysis of the
165 sub-groups of homogeneous studies (Gillen *et al.*, 2010). Literature databases are inherently
166 statistically unbalanced, so it is necessary to make sure that the research question is
167 approached with the available data (Sauvant *et al.*, 2008). In the present study, the available

168 data suggest that the pregnancy rate was influenced by age at mating at which females,
169 independent of whether they were heifers or primiparous, were exposed to reproduction. The
170 average pregnancy rate in this study was 67.3%, which is been 22.6% higher than the average
171 pregnancy rate in the State of Rio Grande do Sul, Brazil (SEAPA, 2016).

172

173 *Age at mating*

174 In the State of Rio Grande do Sul, Brazil, the average age at which females are mating is 27.8
175 months of age (Rocha *et al.*, 2007). Puberty occurs in a specific physiological state of the
176 animal, independent of chronological age (Patterson *et al.*, 1992). According to Freetly
177 (1999), heifers who conceive later in their first breeding season will consequently have later
178 parturitions and thus difficulties in reconceiving during the second breeding season. Heifers
179 with adequate nutrition may be mated for the first time at 13-16 months of age and may give
180 birth at 24 months of age without adverse effects on the subsequent reproductive process, but
181 always allowing a satisfactory development until calving and during the second breeding
182 season (Rovira, 1974). The higher pregnancy rate of females at 24 months of age can be
183 explained because they were submitted to better nutritional conditions, allowing better
184 pregnancy rates when compared to females at 14 or 36 months of age.

185

186 *Type of pasture*

187 Nutrition plays an important role in affecting the aspects of physiology and reproductive
188 performance in the bovine female (Sartori and Guardieiro, 2010). In addition, the nutritional
189 level affects reproductive performance, especially at the onset of puberty, restarting the cycle
190 of postpartum luteal activity and maintaining the estrus cycles (Patterson *et al.*, 1992), which
191 may be the explanation for the equality of pregnancy rate when comparing natural and winter

192 pastures. To improve the indexes of pregnancy in southern Brazil, where females are
193 maintained in natural pasture, the use of a protein-energetic supplement is necessary, since
194 the natural pasture does not meet the requirements of these animals in the autumn-winter
195 period. On the other hand, when females are kept in winter pasture, they are much more
196 likely to reach the potential weight gain and thus to increase the reproductive indexes. In
197 addition, the use of energy supplements, whose carbohydrate source shows degradation rates
198 that are synchronized as well as possible with the release of nitrogen by the rumen
199 microorganisms (Rearte and Pieroni, 2001), increases the average daily gain and the body
200 condition score, allowing the mating of heifers at a lower age (Pötter *et al.*, 2010).

201

202 *Animal category and breed*

203 The reproductive axis integrates nutritionally related signs that directly and indirectly affect
204 reproduction (Hess *et al.*, 2005). Heifers, or even cows, without food restrictions have high
205 levels of glucose, insulin and IGF-I, stimulating the release of GnRH by the hypothalamus,
206 which stimulates the release of gonadotrophins. The gonadotrophins in the ovary will
207 stimulate it, and it will have more sensitivity to the gonadotrophic stimuli, thus promoting the
208 production of estrogen and progesterone and, consequently, presenting estrus (Schillo, 1992;
209 Hafez and Hafez, 2004; Sartori and Mollo, 2001). Even when studying different breeds, no
210 differences were observed, since genetic differences among beef cattle often are not sufficient
211 to determine differences in body weight and age at puberty, especially when they come from
212 a uniform nutritional level (Paterson *et al.*, 1991).

213

214 **Conclusion**

215 This meta-analytic approach allowed the combination of the results of different published
216 works about factors that influenced the reproductive performance of beef cattle. The
217 pregnancy rate is influenced by several factors. In southern Brazil, the factor that most
218 influences these indexes is the age at mating under the conditions of the studies that are part
219 of the database.

220

221 **References**

222 Alpospino BHJC 1990. Desenvolvimento de terneiros desmamados aos 100 e aos 210 dias até os dois anos de
223 idade. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

224 Beretta V 1994. Efeitos da ordem de utilização de pastagens melhoradas no ganho de peso e comportamento
225 reprodutivo de novilhas de corte. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

226 Brinks JS (1984) Genetic aspects of reproduction in beef cattle. In 'Proceedings of the Annual Conference on
227 Artificial Insemination and Embryo Transfer in Beef Cattle'. Denver, 28-35.

228 Cachapuz JMS 1976. Influência na percentagem de fecundação de vacas com primeira cria ao pé de uma
229 pastagem melhorada ou de duas diferentes suplementações quando mantidas em campo natural. PhD Diss.
230 Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

231 Deresz F 1976. Efeito do nível alimentar pré e pós-parto na taxa reprodutiva de vacas com primeira cria ao pé.
232 PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

233 Donner A, Piaggio G, Villar J (2001) Statistical methods for the meta-analysis of cluster randomization trials.
234 *Statistical Methods in Medical Research* **10**, 325-338.

235 Duffield TF, Merrill JK, Bagg RN (2012a) Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed
236 efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science* **90**, 4583–4592.

237 Duffield TF, Rabiee A, Lean IJ (2012b) Overview of meta-analysis of monensin in dairy cattle. *Veterinary
238 Clinics North America: Food Animal Practice* **28**, 107–118.

239 Egger M, Smith GD (2001) Principles of and procedures for systematic reviews. In *Systematic reviews in health
240 care: Meta-analysis in context* (Eds M Egger and GD Smith) pp. 23–42.

- 241 Fagundes JIB 2001. Efeitos de duas cargas animais em campo nativo e de idades de desmama no
242 comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento das progênes. PhD Diss.
243 Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 244 Freetly HC (1999) The replacement heifer and the primiparous cow In 'Anais da 36ª Reunião da Sociedade
245 Brasileira de Zootecnia'. p. 241-249. (Sociedade Brasileira de Zootecnia Inc.: Porto Alegre)
- 246 Freitas SPG 2005. Desempenho de novilhas expostas à reprodução aos 14/15 meses de idade. Thesis Federal
247 University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 248 Gillen S, Schuster T, Zum Büschenfelde CM, Friess H, Kleeff J (2010) Preoperative/neoadjuvant therapy in
249 pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis of response and resection percentages. *PLoS Med*
250 **7**, 1-15 e1000267.
- 251 Golden HM, Lean IJ (2016) A meta-analysis of lasolacid effects on rumen measures, beef and dairy
252 performance, and carcass traits in cattle. *Journal of Animal Science* **94**, 306-326.
- 253 Gottschall CS 1994. Comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas submetidas a três lotações de
254 campo nativo. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 255 Hafez ESSE, Hafez B (2004) 'Reprodução Animal.' (Barueri)
- 256 Hess BW, Lake SL, Scholljegerdes EJ, Weston TR, Nayigihugu V, Molle JDC, Moss GE (2005). Nutritional
257 controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science* **83**, 90-106.
- 258 Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG (2003) Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* **327**,
259 557-560.
- 260 Higgins JPT, Green S (2011) Cochrane handbook for systematic reviews of interventions, version 5.1.0. The
261 Cochrane Collaboration [Online]. Available at: <http://handbook.cochrane.org> (verified 12 December 2016)
- 262 Higgins JPT, Thompson SG (2002) Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine* **21**,
263 1539–1558.
- 264 Lean IJ, Rabiee AR, Duffield TF, Dohoo IR (2009) Invited review: Use of meta-analysis in animal health and
265 reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science* **92**, 3545–3565.
- 266 Lean IJ, Thompson JM, Dunshea FR (2014) A meta-analysis of zilpaterol and ractopamine effects on feedlot
267 performance, carcass traits and shear strength of meat in cattle. *PLoS ONE*, 1-28.
- 268 Light RJ, Pillemer DB (1984) Summing up: The science of reviewing research. Harvard Univ. Press,
269 Cambridge, MA.

- 270 Lopes DC 2004. Desempenho reprodutivo de vacas de corte e desenvolvimento de seus terneiros submetidos a
271 diferentes idades de desmame. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 272 Magalhães FR 1992. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas de corte de diferentes idades e
273 desenvolvimento de seus terneiros. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre,
274 Brazil.
- 275 Martin LC, Brinks JS, Bourdon RM, Cundiff LV (1992) Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent
276 reproduction. *Journal of Animal Science* **70**, 4006-4017.
- 277 Menegaz AL 2006. Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte. PhD Diss.
278 Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 279 Moraes AAS 1991. Comportamento reprodutivo de vacas e desenvolvimento de terneiros desmamados em
280 épocas diferentes. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 281 Muller A 1998. Efeito do manejo em pastagens melhoradas e desmame aos 60 dias no comportamento
282 reprodutivo de vacas primíparas de corte e no desenvolvimento de seus bezerros. PhD Diss. Federal
283 University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 284 Owens FN, Ddubesi P, Hanson CF. (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants.
285 *Journal of Animal Science* **71**, 3138-3150.
- 286 Paterson AH, Tanksley SD, Sorrells ME (1991) DNA markers in plant improvement. *Advances in Agronomy*
287 **46**, 39-90.
- 288 Patterson DJ, Perry RC, Kiracofe GH, Bellows RA, Staigmiller RB, Corah LR (1992) Management
289 considerations in heifer development and puberty. *Journal of Animal Science* **70**, 4018-4035.
- 290 Pereira Neto OA 1996. Efeitos da utilização de pastagens nativas melhoradas no desenvolvimento e
291 comportamento reprodutivo de novilhas de corte. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto
292 Alegre, Brazil.
- 293 Pilau A 2007. Crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas. Thesis Federal University
294 of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 295 Polli VA 1986. Efeito da utilização de forrageiras temperadas no desenvolvimento de terneiros e aumento do
296 índice de prenhez de vacas de cria. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre,
297 Brazil.

- 298 Pötter BAA 2002. Manejo reprodutivo pós-parto de vacas primíparas e desenvolvimento de terneiros. PhD Diss.
299 Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 300 Pötter L, Rocha MG, Roso D, Costa VG, Glienke CL, Rosa ATN (2010) Suplementação com concentrado para
301 novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**,
302 992-1001.
- 303 Quadros SAF 1991. Efeitos de lotação animal no comportamento reprodutivo de novilhas de corte. PhD Diss.
304 Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 305 Rearte DH, Pieroni GA (2001) Supplementation of temperate pastures. In 'International Grassland Congress'.
306 pp. 679-689.
- 307 Ribeiro AML 1986. Eficiência reprodutiva de três diferentes grupos raciais de vacas de corte. PhD Diss. Federal
308 University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 309 Rocha MG 1997. Desenvolvimento e características de produção e reprodução de novilhas de corte primíparas
310 aos 24 meses. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 311 Rocha MG, Pötter L, Roso D, Gottschall C (2007) Sistemas intensivos de produção de gado de corte-ênfase
312 recria de fêmeas. *Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos* **12**, 100-120.
- 313 Rosa AAG 2010. Pastagens naturais e naturais melhoradas no desenvolvimento e desempenho reprodutivo de
314 novilhas Hereford. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 315 Rovira J (1974) 'Reproducción y manejo de los rodeos de cria'. (Montevideo: Editorial Hemisfério Sur)
- 316 Sartori, R, Guardieiro MM (2010) Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. *Revista*
317 *Brasileira de Zootecnia* **39**, 422-432.
- 318 Sartori, R, Mollo, MR (2007) Influência da ingestão alimentar na fisiologia reprodutiva da fêmea bovina.
319 *Revista Brasileira de Reprodução Animal* **31**, 197-204.
- 320 Sauvant D, Schmidely P, Daudin JJ, St-Pierre NR (2008) Meta-analyses of experimental data in animal
321 nutrition. *Animal* **8**, 1203-1214.
- 322 Schillo KK (1992) Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep.
323 *Journal of Animal Science* **70**, 1271-1282.
- 324 SEAPA – Serviços de Epidemiologia e Estatística – Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócios – RS
325 (2016). Available at: <http://www.agricultura.rs.gov.br/informacoes-agropecuarias> (verified 2 March 2017)

- 326 Silva MD 2010. Análises de desempenho de machos e fêmeas Hereford de diferentes tamanhos corporais.
327 Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 328 Simeone A 1995. Efeito da lotação animal e do manejo da alimentação no desenvolvimento reprodutivo de
329 vacas primíparas de corte em campo nativo. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto
330 Alegre, Brazil.
- 331 Souza ANM 2005. Utilização do creep-feeding e seus efeitos no peso a desmama de terneiros e no desempenho
332 reprodutivo de vacas de corte. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 333 Souza CBO 2014. Desenvolvimento corporal e desempenho produtivo de novilhas de corte prenhas aos 13/15
334 meses de idade. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 335 Sterne JA, Harbord RM (2004) Funnel plots in meta-analysis. *Stata J* **4**, 127–141.
- 336 Tanure S 2008. Estratégias de manejo nutricional para novilhas e vacas primíparas de corte. PhD Diss. Federal
337 University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- 338 Zanotta Junior RLD 1984. Efeitos de diferentes níveis alimentares durante o pré e pós-parto no comportamento
339 reprodutivo de novilhas com primeira cria. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto
340 Alegre, Brazil.

Table 1 - Relation of studies of database with n (number of animals), location, animal category, breed, age at mating and type of pasture in southern Brazil

Year/Author	n	Location	Animal category	Breed	Age at mating (months)	Type of pasture
1976, Cachapuz	43	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	36	Natural pasture (NP)
1976, Cachapuz	14	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	36	Common vetch (<i>Vicia sativa</i>)
1976, Deresz	59	Pelotas	Primiparous	Taurine	36	Natural pasture
1976, Deresz	51	Pelotas	Primiparous	Taurine	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1984, Zanotta Jr.	41	Pelotas	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1984, Zanotta Jr.	43	Pelotas	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
1986, Polli	50	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1986, Ribeiro	70	Cachoeira do Sul	Heifers	Crossbreed	24	Natural pasture
1990, Albospino	23	Eldorado do Sul	Heifers	Crossbreed	14	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1991, Moraes	60	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
1991, Quadros	69	Dom Pedrito	Heifers	Crossbreed	24	Natural pasture
1992a, Magalhães	78	Rosário do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1992a, Magalhães	74	Rosário do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
1992b, Magalhães	39	Dom Pedrito	Primiparous	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>) White clover (<i>Trifolium repens</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polymorphum*

Table 1... Continued

Year/Author	n	Location	Animal category	Breed	Age at mating (months)	Type of pasture
1992b, Magalhães	19	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
1994, Gottschall	114	São Gabriel	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
1994a, Beretta	61	Eldorado do Sul	Heifers	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1994b, Beretta	52	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1995, Simeone	119	Bagé	Heifers	Crossbreed	36	Natural pasture
1996, Pereira Neto	23	Eldorado do Sul	Heifers	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1996, Pereira Neto	39	Eldorado do Sul	Heifers	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1997, Rocha	249	Dom Pedrito	Heifers	Crossbreed	14	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Red clover (<i>Trifolium pratensis</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
1998, Müller	20	Eldorado do Sul	Primiparous	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf ryegrass (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
1998, Müller	30	Eldorado do Sul	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
2001, Fagundes	87	Itaqui	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2002, Pötter	32	Quaraí	Heifers	Crossbreed	24	Natural pasture
2002, Pötter	32	Quaraí	Heifers	Taurine	24	Natural pasture

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polimorphum*

Table 1... Continued

Year/Author	n	Location	Animal category	Breed	Age at mating (months)	Type of pasture
2004, Lopes	39	Eldorado do Sul	Heifers	Crossbreed	36	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>) Pearl millet (<i>Pennisetum americanum</i>)
2005, Freitas	19	São Gabriel	Heifers	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2005, Freitas	43	São Gabriel	Heifers	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2005, Souza	64	Dom Pedrito	Primiparous	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
2006a, Menegaz	120	Uruguaiiana	Heifers	Crossbreed	24	Natural pasture
2006a, Menegaz	60	Uruguaiiana	Heifers	Crossbreed	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2006b, Menegaz	74	Uruguaiiana	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2006b, Menegaz	69	Uruguaiiana	Primiparous	Crossbreed	36	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2007a, Pilau	89	Tupanciretã	Heifers	Taurine	14	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2007b, Pilau	30	Tupanciretã	Primiparous	Taurine	24	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polymorphum*

Table 1... Continued

Year/Author	n	Location	Animal category	Breed	Age at mating (months)	Type of pasture
2007c, Pilau	38	Tupanciretã	Primiparous	Taurine	24	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2008a, Tanure	119	Quaraí	Heifers	Crossbreed	24	Natural pasture
2008b, Tanure	75	Quaraí	Primiparous	Crossbreed	36	Natural pasture
2010, Rosa	161	Dom Pedrito	Heifers	Taurine	24	Natural pasture
2010, Rosa	80	Dom Pedrito	Heifers	Taurine	24	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)
2010, Silva	142	Bagé	Heifers	Taurine	14	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
2015, Souza	49	Júlio de Castilhos	Heifers	Taurine	14	Black oats (<i>Avena strigosa</i> Schreb.) Palisade grass (<i>Urochloa brizantha</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), Axonopus affinis, Andropogon lateralis, Trifolium polymorphum

Table 2. Tests of heterogeneity of beef cattle female pregnancy rate in southern Brazil

Variables	Heterogeneity statistic	Tau ²	Degrees of freedom	I ²	P
-----Age at mating (months)-----					
14	56.57	0.0376	4	94.7	0.0016
24	183.96	0.0390	21	89.1	
36	382.36	0.0794	19	95.3	
-----Animal category-----					
Heifer	339.71	0.0561	21	94.1	0.0935
Primiparous	422.56	0.0786	23	94.8	
-----Breed-----					
Crossbreed	539.95	0.0679	28	95.0	0.4848
Taurine	238.27	0.0689	16	93.7	
-----Type of pasture before mating-----					
Natural pasture	462.89	0.0889	17	96.5	0.0643
Winter pasture	269.29	0.0423	27	90.3	

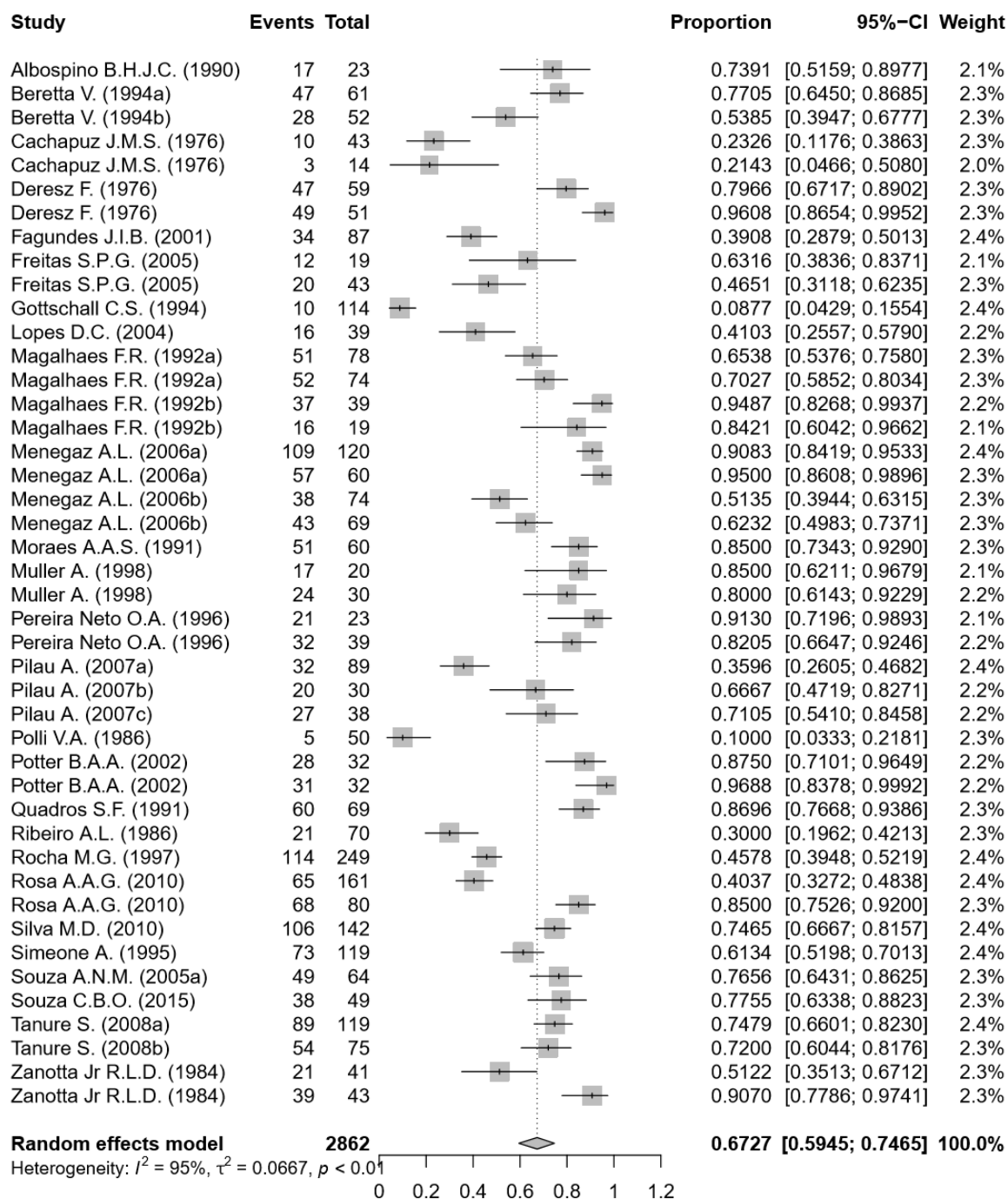


Figure 1. Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows in southern Brazil

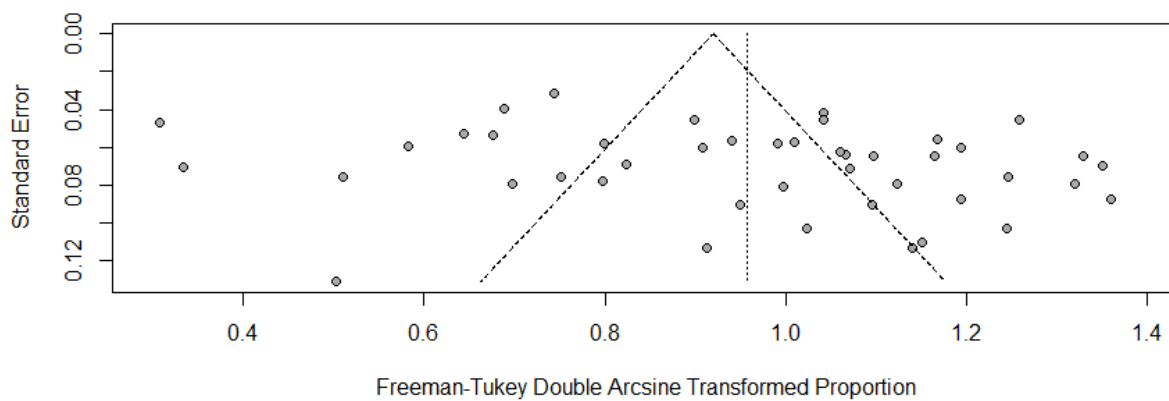


Figure 2. Funnel plot of overall estimates of pregnancy rate in southern Brazil

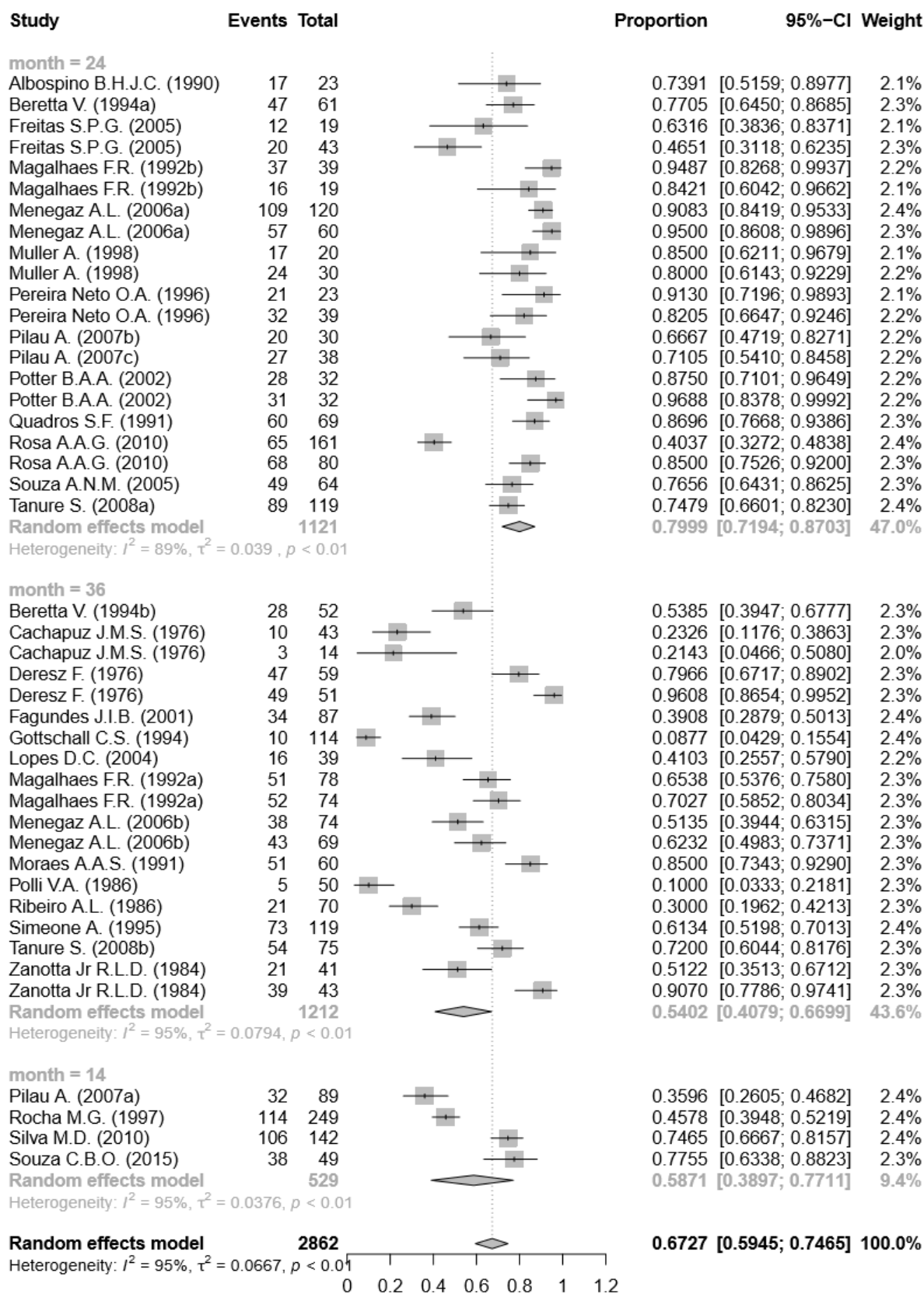


Figure 3. Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows to sub-group age at mating in southern Brazil

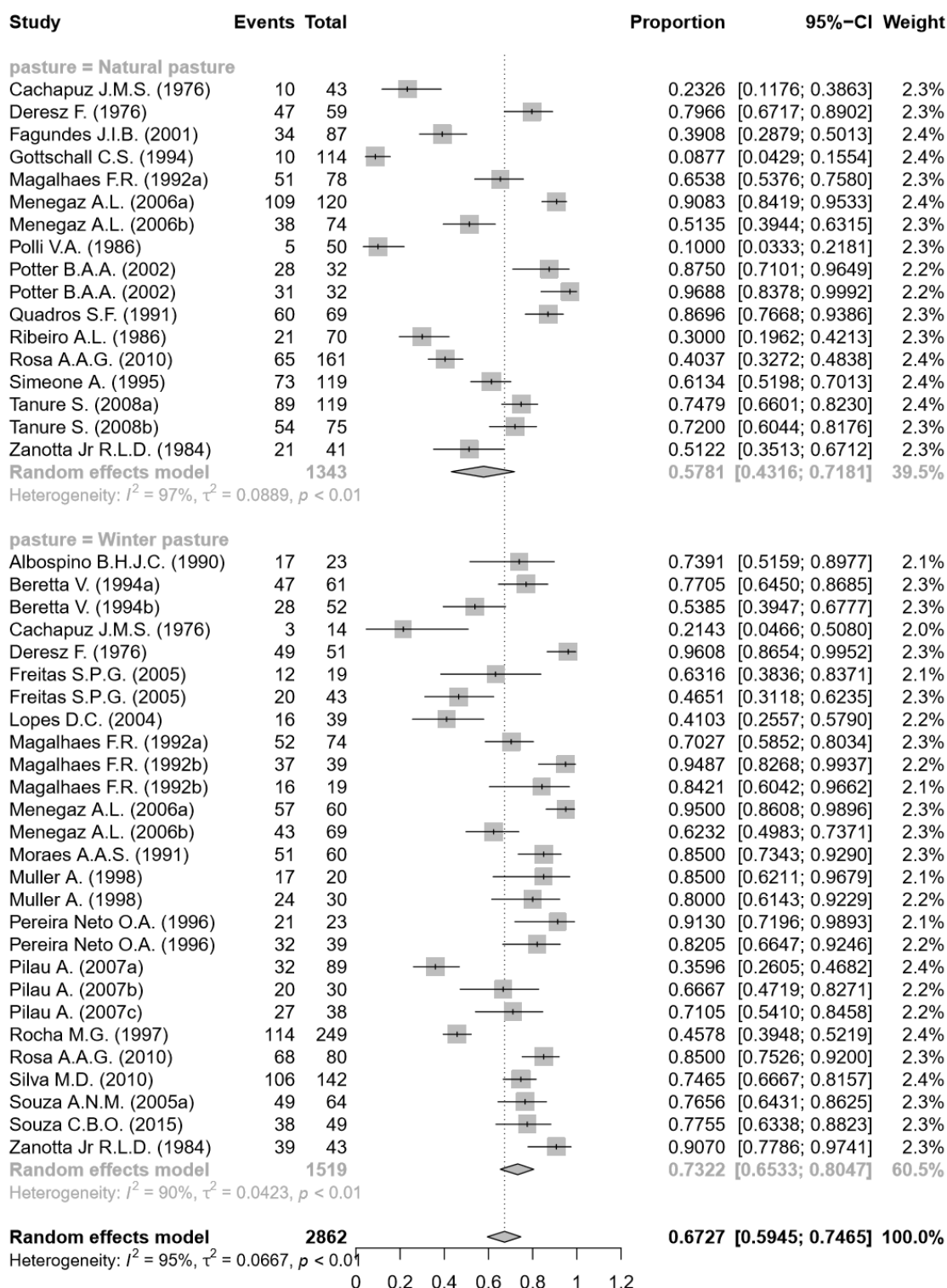


Figure 4. Forest plot of pregnancy rate of heifers and primiparous beef cows to subgroup type of pasture before mating in southern Brazil

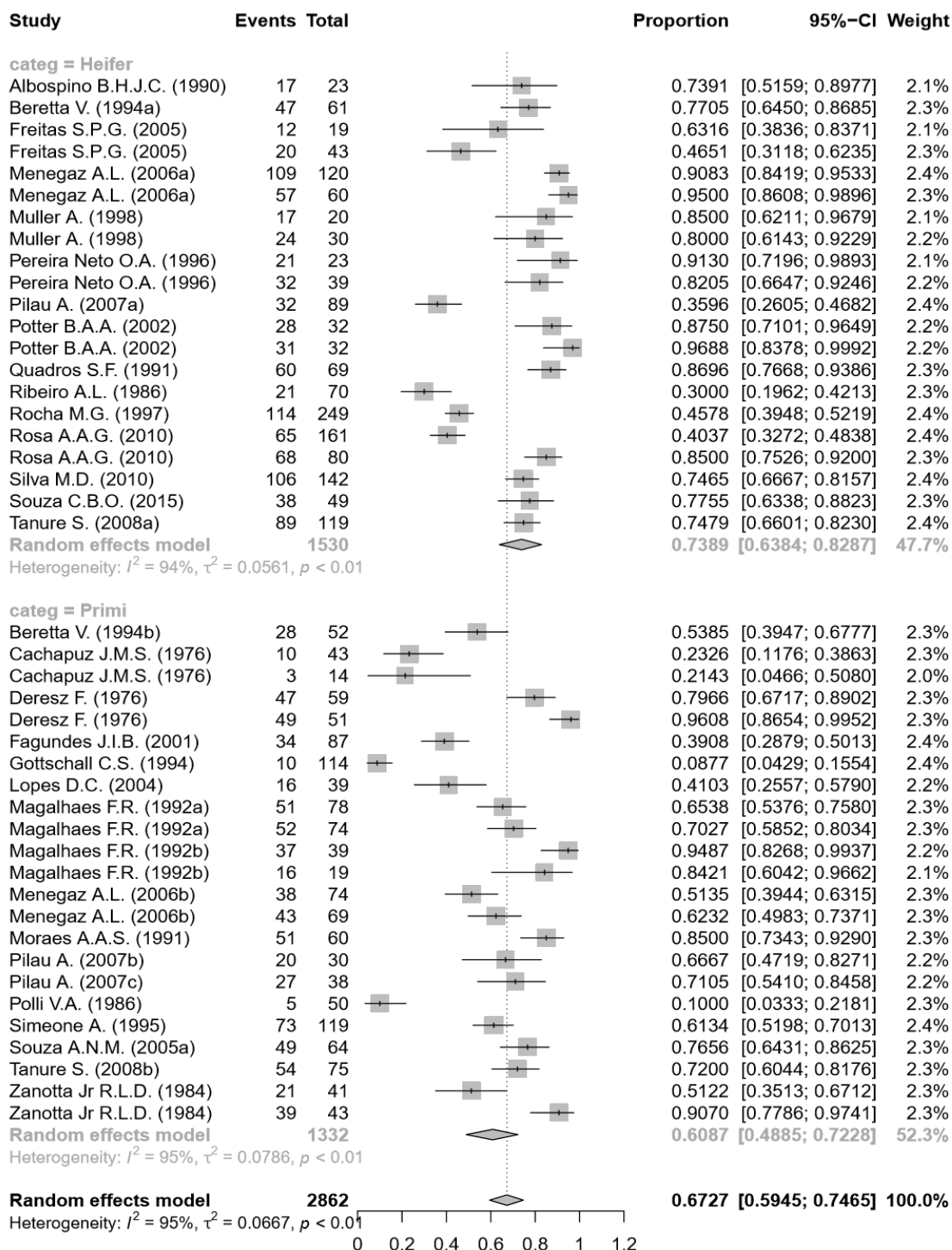


Figure 5. Forest plot of pregnancy rate to sub-group animal category in southern Brazil

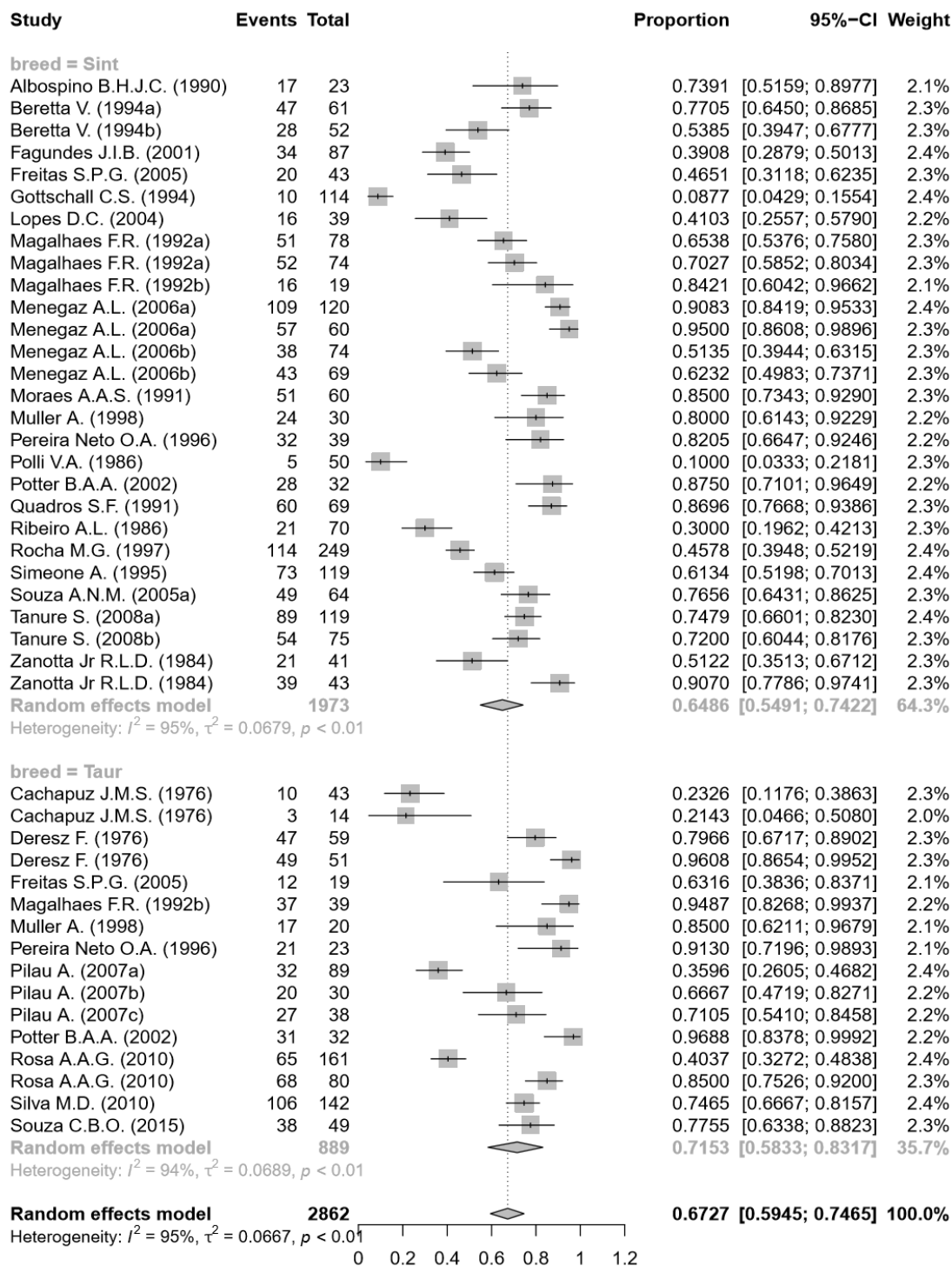


Figure 6. Forest plot of pregnancy rate to sub-group breed in southern Brazil

CAPÍTULO IV

Meta-analysis of reproductive performance of heifers and primiparous cows

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação do **Journal of Animal Science**.

1 **Meta-analysis of reproductive performance of heifers and primiparous cows¹**

2
3 **L. R. Eloy,^{*2} C. Bremm,^{*} J. F. P. Lobato,^{*} L. Pötter,[†] E. A. Laca[‡]**

4
5 *Faculty of Agronomy, Animal Science Department, Federal University of Rio Grande do
6 Sul, Porto Alegre, RS 91540-000, Brazil.

7 [†]Rural Science Center, Animal Science Department, Federal University of Santa Maria, Santa
8 Maria, RS 97105-900, Brazil.

9 [‡]Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616, United States.

10
11
12 ¹Funding for this research was provided by grants from the Brazilian National Council for
13 Scientific and Technological Development (CNPq).

14 ²Corresponding author: lidianeloy@hotmail.com

15

16

17

18

19

20

21

22

23

|

24 **ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the relationship between the pregnancy
25 rate of heifers and primiparous cows in Southern Brazil, with animal category, average daily
26 gain during the breeding season, stocking rate, type of pasture before mating and body weight
27 at the beginning of the breeding season. Taurine females had higher pregnancy rate than
28 crossbreed females. Heifers and primiparous cows managed in natural grasslands had a
29 decreased in pregnancy rate with the increase of stocking rate. The pregnancy rate of the
30 heifers and primiparous cows increased with increasing of the average daily gain during the
31 breeding season. In Southern Brazil, different stocking rate levels promote changes in
32 pregnancy rate. Use of cultivated or improved natural pastures promote higher pregnancy
33 rate, as well as allows increase in stocking rate at the regional level.

34

35 **Key words:** beef cattle, body weight, breeding season, pregnancy rate, stocking rate

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

INTRODUCTION

48

49

50 Livestock production in Southern Brazil is characterized by a low pregnancy rate that
51 has remained stagnant over many years (Pilau, 2007), regardless of multiple changes in
52 economy and technology (IBGE, 2017). Low pregnancy rates prevent the full development of
53 the livestock sector in Rio Grande do Sul State, and might be associated with incorrect
54 pasture management, overstock and a lack of differential nutritional management for
55 categories with different requirements. Stocking rate is considered the most important
56 decision in grazing management because it affects the herbage allowance, intake and animal
57 performance (Sollenberger et al., 2012). Nutritional limitation during periods of high
58 requirement can compromise development and delay puberty of heifers, as well as inhibit
59 ovulation of cows (Rocha & Lobato, 2002).

60 Time at which puberty occurs relative to the start of breeding season is what
61 determines the pregnancy rate in the first breeding season of heifers (Sparke & Lamond,
62 1968). The cow's ability to repeat pregnancy in subsequent years and remain in the herd, and
63 hence, her lifetime productivity is influenced by time of pregnancy in the first breeding
64 season. Puberty of heifers is influenced by factors related to management of the annual cycle
65 of production, as well as the physiology (production and release of hormones) and its genetic
66 (breed and size of mature age) (Day, 2015). In addition to the use of pastures, the body
67 weight at the beginning of the breeding season is associated with animal nutrition and it is an
68 important factor influencing the reproductive performance of heifers and beef cows (
69 Richards et al., 1986; Osoro & Wright, 1992; Roso et al., 2009).

70 Natural grasslands constitute the feed basis for heifers and primiparous cows in Rio
71 Grande do Sul. These pastures are characterized by spring-summer growth, with quality and

72 availability reduced in autumn and winter seasons. Cultivated and improved pastures are
73 utilized to satisfy the nutritional requirements of cattle, especially during the cooler months
74 when natural pasture growth is limited. Combined with cultivated and improved pastures,
75 supplements may be used to increase average daily gain of grazing animals and to promote
76 greater reproductive development (Frizzo et al., 2003).

77 Although fundamental cattle physiology and its relation to nutrition is well known,
78 there is not sufficient information about how nutrition and management factors play out,
79 specifically under natural grasslands conditions. In particular, few studies have been done to
80 evaluate the relative effects of stocking rate and other nutritional management factors on
81 pregnancy rates at the regional level (Gottschall & Lobato, 1996; Simeone & Lobato, 1996;
82 Quadros & Lobato, 1996; Fagundes et al., 2003; Pötter et al., 2010; Sartori & Guardieiro,
83 2010). The lack of single studies with regional scope is understandable because such studies
84 with livestock are logistically complex and extremely expensive.

85 An alternative to specific comprehensive studies is to conduct a pooled analysis of
86 data (Duffield et al., 2012; Lean et al., 2014) from multiple experiments that address the
87 same research question using equivalent response and explanatory variables, that is, a meta-
88 analysis (Schwarzer et al., 2015). Meta-analysis requires care in process of systematize
89 results of research but has the advantage of increasing the results precision, decreasing
90 resources and research time and increasing the degrees of freedom in the analysis (Fisher,
91 1999; Lovatto et al., 2007). The aim of the present study was to integrate information from
92 multiple studies of factors that affect pregnancy rates in Rio Grande do Sul under production
93 conditions. In specific, we hypothesize that pregnancy rate is influenced by several factors.
94 Firstly, we take an approach where pregnancy rate is analyzed as a function known proximate
95 factors such as body weight, category and changes in body weight per day during the

96 breeding season. Second, we hypothesize that stocking rate influences the pregnancy rate,
97 and that it interacts with the use of cultivated or improved pastures and supplementation.
98 However, our emphasis is not in testing hypotheses but in quantifying the effects of multiple
99 factors and deriving estimates of what changes in management might be most effective to
100 define priorities to increase pregnancy rate at the regional level.

101

102

MATERIAL AND METHODS

103 Data used in this paper were obtained from published literature. No animals were used
104 by the authors in conducting this project.

105

106 **Study Sample**

107 Several experiments were conducted at the Agronomic Experimental Station of
108 Federal University of Rio Grande do Sul and in private properties in State of Rio Grande do
109 Sul, Southern Brazil, to investigate the effects of several factors on pregnancy rate of heifers
110 and primiparous cows (Table 1) between 1976 and 2015. The data include records of 29
111 studies (Dissertations or Thesis) and 43 experiments (some studies had more than one
112 experiment). According to Köppen, the climate in all places is subtropical humid.
113 Explanatory factors considered animal age at the beginning of the breeding season, animal
114 category, animal weight at the beginning and end of the breeding season, body condition
115 score at the beginning and end of the breeding season, racial type, stocking rate, type of
116 pasture before and after mating and use of feed supplement.

117

118 **Data organization and calculated variables**

|

119 The records stored in the database contained detailed descriptions of each reference
120 (e.g., experiment number, author name and year of each experiment). The total number of
121 animals was 3933 in initial database. Information used was age at the beginning of the
122 breeding season (14 to 36 months, 24.55 ± 7.47 months), animal category (heifers [2257] or
123 primiparous cows [1676]), animal weight at the beginning (315.43 ± 55.93 kg) and end of the
124 breeding season (337.34 ± 53.40 kg), body condition score at the beginning (3.25 ± 0.60) and
125 end of the breeding season (3.36 ± 0.60), breed (Angus [306], Braford [499], Brangus [323],
126 Crossbreed [1843], Devon [110], Hereford [767], Taurine [20], and Zebu [65]), stocking rate
127 (200 to 800 kg of body weight per hectare (kg BW/ha), 337.32 ± 54.68 kg BW/ha), type of
128 pasture before and after mating, (cultivated [2050]; improved [324] or natural pasture [1559])
129 and use of feed supplement before of the breeding season (commercial feed - 0.7, 1.0 and
130 1.5% and sorghum silage + urea - *ad libitum*). Due to the variability in the data, breed was
131 classified in crossbreed and Taurine and supplement was classified in yes or not. Works with
132 800.0 kg of body weight per hectare were excluded from statistical analysis, remaining the
133 stocking rate data of 200 to 463.5 kg of body weight per hectare (336.85 ± 54.92 kg BW/ha).
134 Works without value of weight at the beginning of mating or without information about
135 pregnancy rate were excluded from statistical analysis. Data without adequate information
136 were excluded, leaving 2982 animals in database.

137

138 **Statistical Analysis**

139 Data for each heifer and primiparous cow were available in a general database,
140 allowing use of an incomplete block design. Some variables were highly correlated and not
141 all treatment combinations were present in each experiment. Because of this and with basis in

142 literature, some variables were excluded, not composing the final database (Schwarzer et al.,
143 2015). As the quantitative data had different units of measure, these data were standardized.

144 Statistical analyses were conducted using R (R Development Core Team, 2015). Due
145 to variability in data and the similarity between some characteristics in these variables, some
146 of them were grouped. Grouped variables were breed (Crossbreed and Taurine) and
147 supplement (absence or presence). Generalized linear models (GLM) based on the logit link
148 function are generally recommended (Agresti, 2002) for binary data. The GLM has been
149 extended to include random effects in called generalized linear mixed models (GLMM)
150 (Sauvant et al., 2008). Because not all treatment combinations were present, we used
151 experiment or study as a random effect, which is analogous to considering each study as an
152 incomplete block (Senn et al., 2011). Akaike's Information Criterion (AICc) was used as a
153 summary measure that combines fit and complexity to choose the best model (lowest AICc
154 value) fitted the data (Akaike, 1974).

155 In this analysis, we take an approach where pregnancy rate is first analyzed as a
156 function of known proximate factors such as animal body weight and category. Breed was
157 added to account for inherent differences in breeds that could modulate the effects of body
158 weight. Then, body weight at the beginning of the breeding season was analyzed as a
159 function of nutritional and environmental conditions.

160 A preliminary statistical analysis ($P < 0.05$) was conducted to test several models.
161 Model development for pregnancy rate (PR) proceeded by simplification of a full model. The
162 full model, expressed as a logistic equation for the generalized linear mixed-effects model
163 (glmer) function of the lme4 package (Bates et al., 2014) was

164
$$\text{PR} \sim \text{categ} + \text{start.bw} + \text{breed:start.br} + \text{categ:s.dwt} + \text{s.dwt:breed} + \text{s.dwt:start.bw} +$$

165
$$\text{I}(\text{start.bw}^2) + \text{I}(\text{s.dwt}^2) + (1|\text{Work}),$$

166 where all continuous variables were standardized, PR is pregnancy rate, categ is
167 animal category, start.bw is weight at the beginning of the breeding season, s.dwt is daily
168 weight gain, I(start.bw²) is squared weight at the beginning of the breeding season,
169 I(s.dwt²) is daily weight gain squared, interactions breed*start.bw, categ*s.dwt,
170 s.dwt*breed, s.dwt*start.bw and Work is random effect, respectively. Non-significant effects
171 were identified by likelihood ratio tests and removed (P>0.05).

172

173

RESULTS

174

Effects of proximate causal factors on pregnancy rate

176 The model for pregnancy rate selected by the lowest AICc was:

177 $PR \sim \text{categ} + \text{start.bw}:\text{breed} + \text{s.dwt} + I(\text{start}^2) + (1|\text{Work})$. The most important
178 factor affecting pregnancy rate was body weight at the beginning of the breeding season,
179 which also had a significant interaction with breed, accounting for 93.1% of the pregnancy
180 rate variation explained by the generalized mixed model (Table 2).

181 Pregnancy rate increased steeply with increasing body weight at the beginning of the
182 breeding season for crossbreed and Taurine females. Taurine females had higher pregnancy
183 rate than crossbreed females. Taurine females starting mating season with an average weight
184 of 440.0 kg or more and had an expected pregnancy rate of 99.0%. While crossbreed females,
185 when mated with the same weight has an expected pregnancy rate of 91.0% (Figure 1).

186 The second largest contribution was due to average daily gain during the breeding
187 season, accounting for 3.5% of the explained variation (Table 2). Pregnancy rate increased as
188 the average daily gain increases. In the lowest and highest average daily gain, expected
189 values for pregnancy rate were 47 and 83%, respectively.

190 The last contribution was due to animal category, showing that when all covariates are
191 at their average values for both categories, pregnancy rate was 25 percentage points higher
192 for heifers than for primiparous cows (80 vs. 55%). This factor accounted for 3.4% of the
193 explained variation (Table 2).

194

195 *Effects of stocking rate not mediated by proximate factors*

196 The model was: $PR \sim \text{start.bw} + \text{s.dwt} + \text{s.sr} + I(\text{start.bw}^2) + \text{start.bw}:\text{s.sr} + \text{categ} +$
197 $(1|\text{Work})$.

198 In a second model we included stocking rate (s.sr; Figure 2), pasture conditions and
199 supplementation and several of their interactions. The purpose of this model was to assess the
200 effects of stocking rate and its interactions that are not mediated by the other proximate
201 factors. This is an explanatory analysis because the data are observational with respect to
202 factors that vary among works. The questions answered by the second model is whether
203 stocking rate has effects on pregnancy rate that are not effected through body weight and
204 weight change during the breeding season

205 Stocking rate appears to have an effect on pregnancy rate that is not explained by any
206 the other variables. Even after controlling for effects of starting body weight and weight
207 change during the breeding season, when body weight at the beginning of the breeding
208 season is higher than average, pregnancy rate declines with increasing stocking rate. This
209 effect of stocking rate appears to be restricted to the range of starting body weight where
210 pregnancy rate no longer responds to body weight.

211 The most important factor affecting pregnancy rate when considered stocking rate in
212 the model was body weight at the beginning of the breeding season, which also had a
213 significant interaction with stocking rate, accounting for 94.9% of the pregnancy rate

214 variation explained by the generalized mixed model (Table 3). The second largest
215 contribution was due to animal category, accounting 2.6% of the explained variation (Table
216 3). Pregnancy rate was greater in heifers than in primiparous cows, it could be observed
217 values around 80% of pregnancy rate for heifers and 55% for primiparous cows.

218 The third contribution was due to average daily gain during the breeding season. This
219 factor accounting 2.5% of the explained variation (Table 3). The pregnancy rate increases as
220 the average daily gain increases. In the lowest and highest average daily gain, mean values of
221 47 and 83% for pregnancy rate were observed.

222

223 *Body weight at the beginning of the breeding season*

224 The model was: $\text{start.bw} \sim \text{categ} + \text{breed} + \text{past} + \text{s.sr} + \text{past:s.sr} + \text{past:I(s.sr}^2) +$
225 $(1|\text{Work})$

226 The model for body weight at the beginning of the breeding season (start.bw; Figure
227 3) are based on the idea that there are differences in animal size due to breed and animal
228 category, but for any given category and breed combination, the actual body weight at the
229 start of breeding depends on the nutrition received prior to breeding. Supplementation prior
230 to breeding did not have detectable effects on body weight at the beginning of the breeding
231 season. Breed and animal category had effects that were independent of the effects of
232 stocking rate. There was a significant interaction between pasture grazed prior to breeding
233 and stocking rate on body weight. Body weight declined at high stocking rate in natural
234 pastures, but it was not affected by the range of stocking rates studied in cultivated or
235 improved pastures.

236 Thirty nine percent of the variation in initial body weight was explained by the fixed
237 effects of the model. An additional 41% was explained by variation among works. This

238 reflects the fact that multiple factors determine pregnancy rate, many of which are not closely
239 related to body weight, animal category or breed. Other factors measured, such as weaning
240 method, were considered and did not have detectable effects on pregnancy rate. This last
241 point has to be considered with caution, because the different weaning methods were not
242 represented across a good range of values in all other factors. The same cautionary note
243 applies for artificial insemination.

244

245 *Change in body weight during the breeding season*

246 The model was: $s.dwt \sim \text{past} + s.sr + I(s.sr^2) + (1 | \text{work})$.

247 The last factor affecting pregnancy rate was the change in body weight during the
248 breeding season. This was analyzed as a function of pasture type and stocking rate during the
249 breeding season. The most important factor affecting the changes in body weight during the
250 breeding season in the model was stocking rate (Figure 4), accounting for 56.3% of the
251 variation explained by the generalized mixed model. The another factor contributing was due
252 to type of pasture before mating. This factor accounting 43.1% of the explained variation.
253 The higher value to average daily gain during the breeding season was observed when heifers
254 and primiparous cows were maintained in cultivated pastures than natural or improved
255 natural pastures.

256

257 **DISCUSSION**

258

259 *Effects of proximate causal factors on pregnancy rate*

260 Our initial hypothesis that pregnancy rate is a function of body weight at the
261 beginning of the breeding season, animal category and changes in body weight per day was

262 supported by the analysis. The most important causal factor influencing the pregnancy rate
263 was the body weight at the beginning of the breeding season interacting with breed, where
264 Taurine females had higher pregnancy rate than crossbreed females (Figure 1). The
265 pregnancy rate is influenced by nutrition, because it affects, directly, aspects of physiology in
266 beef cows (Sartoti & Guardieiro, 2010), mainly in periods of higher requirements, such as, in
267 pre and postpartum. These periods correspond to lower availability of natural grasslands,
268 which is characterized by variation in composition, structure and, especially, due to soil
269 diversity, seasonality of production and quality (Mezzalira et al., 2012; Neves et al., 2009).
270 Females with adequate metabolic status, with higher body weights, increase the levels of
271 glucose, insulin and growth factor I (IGF-I) (Yelich et al., 1995; Santos & Amstanden, 1998),
272 potentiating the effect of gonadotrophins (LH and FSH) (Spicer & Echtenkamp, 1995), with
273 ovulation occurring (Sirois & Fortune, 1988).

274 Smaller animals reach physiological maturity earlier, at a lower weight and with
275 greater fat deposition in the carcass in relation to the larger animals (Owens et al., 1993).
276 When the growth speed decreases and the process of fat deposition begin, larger animals are
277 still in the growth phase (Mckiernan, 2005). In addition, the higher pregnancy rate observed
278 in the taurine females can be explained by the greater selection carried out in the herds from
279 which these females proceed. The cattle herd in Rio Grande do Sul state is composed of 9.8%
280 pure breeds (SEBRAE, SENAR, FARSUL, 2005), where the majority are from european
281 females and in the possession of genetic producers.

282 To improve the biological efficiency of the herd, it is necessary for the heifer to reach
283 puberty and mating as early as possible. These characteristics become more important as the
284 production system becomes more intensive and competitive. Reducing the age of conception
285 of females alters the structure of the herd, reducing the interval between generations and

286 reducing the participation of unproductive animals in the composition of the herd (Pötter et
287 al., 1998; Beretta et al., 2001).

288 During the breeding season, the weight gains are important to get reproductive
289 success. The higher weight in this period is associated with food intake in exact quality to
290 regulate the ovarian activity, correlating with higher pregnancy rates (Vieira et al., 2005).
291 According to Carter & Cox (1973), there is greater biological efficacy in females who
292 calving first at two years, rather than three or more years of age. Adequate weights at the
293 beginning of the breeding season are decisive for a faster conception speed (Wiltbank et al.,
294 1962). According to the same authors, at the end of the mating, they are indicators of the final
295 reproductive performance of the cows, as they may show a better nutritional level and greater
296 gains during mating, allowing higher pregnancy rates. The lower pregnancy rate of
297 primiparous cows than heifers may be related to the stress of calving and the combined
298 effects between growth and first lactation of the primiparous ones, responsible for the low
299 reproductive response when these cows are submitted to periods of pre or postpartum feeding
300 restriction (Spitzer et al., 1995).

301

302 *Effects of stocking rate not mediated by proximate factors*

303 The most important factor influencing the pregnancy rate not mediated by proximate
304 factors was the body weight at the beginning of the breeding season interacting with stocking
305 rate, where higher stocking rates had lower pregnancy rate (Figure 2). Lower stocking rates
306 allow greater development of the animal, due to the higher forage accumulation, making it
307 possible for females to have more food available (Euclides & Euclides Filho, 1998). When
308 used for animal production, the stocking rate is an important variable that is related to
309 management, due to its impact on animals and vegetation under grazing (Bransby &

310 Maclaurin, 2000; Carvalho & Batelho, 2009). As the stocking rate increases, the herbage
311 allowance decreased to a point where the total amount of forage consumed is equal to the
312 accumulation rate. From this point on, animal performance decreases as the stocking rate
313 increases (Petersen et al., 1965; Neves et al., 2009; Mezzalira et al., 2012).

314 According to Martz and Gerrish (1995), high stocking rates determine a reduction in
315 the herbage allowance, the animal performance decreases because the animals are forced to
316 consume low quality forage. In pre and postpartum, higher stocking rates make it difficult to
317 recover the cow's body condition after calving, compromising the reproductive performance
318 of the cow and the productivity of the next cycle (Osoro, 1989).

319 The utilization of winter cultivated pastures is fundamental in the region to getting of
320 animal production indexes that guarantee the optimization of productivity per animal and per
321 area and, principally, adequate economic point of view (Lupatini & Neumann, 2002).
322 Inadequate management practices, such as excessive stocking rate and the lack of specific
323 management for certain animal categories have led to low productivity indicators. However,
324 there are possibilities for reducing the age of slaughter and the age at first service, which may
325 allow the increase of productive and reproductive indices (Pötter et al., 2000; Beretta et al.,
326 2002).

327 In the present study, we observed that when heifers and primiparous cows are
328 maintained in optimal conditions of grazing and nutrition, they can express its maximum
329 reproductive performance and the subsequent reproductive performance (Rovira, 1974).
330 Thus, early breeding can reduce the costs of replacements. Reaching puberty is a long
331 process in reproductive performance of heifers and primiparous cows, which begin before of
332 birth of same animals. This performance consists of the tissues and functions associated with

333 the endocrine reproductive system, besides hormones that allow the acquisition and
334 maintenance of reproductive functions and capacities (Gasser, 2013).

335

336 *Body weight at the start of breeding season and changes in body weight during the breeding*
337 *season*

338 The most important factor influencing the body weight at the beginning of the
339 breeding season was stocking rate interacting with type of pasture before mating (Figure 3).

340 The most important factor affecting the changes in body weight during the breeding season in
341 the model was stocking rate (Figure 4). Lowest weight at the beginning of the breeding
342 season in this study is within of minimum weight, 50-57% of adult weight, recommended in
343 first breeding season, with detriment to their life-long reproductive performance (Funston &
344 Deutscher, 2004; Roberts et al., 2009). Heifers and primiparous cows maintained on previous
345 grazing in improved management conditions (cultivated or improved pastures), shown a
346 quadratic response in body weight. In other hand, we observed a typical response of declining
347 in body weight and average daily gain during the breeding season when these females
348 remained in natural pasture. The decreased in these factors may be the result of the forage
349 availability, which enables lower availability of food for animals. Lower stocking rates allow
350 the animal to select better quality diets, and the selection grows in importance when the
351 pasture matures (Trindade et al., 2016).

352 According to Frizzo et al. (2003), the number of animals per unit area allows for
353 greater forage accumulation rate. The nutritive value of the forage, as well as the level of
354 consumption, affected by herbage allowance, determines the animal performance (Van Soest,
355 1982; Trindade et al., 2016), that are associated with body weight and their changes occurred
356 during the breeding season (Schillo, 1992). In the southern Brazil, there are critical periods in

357 the natural pasture herbage allowance, reaching in the winter months a deficit of 60% in
358 digestible protein and 23% in total digestible nutrients in total herbage available (Freitas et
359 al., 1976). These results reinforce the fact that it is impossible during the year to maintain the
360 same stocking rate, and it is necessary to adjust them adequately during the months of higher
361 forage yield, allowing better pasture availability during the more rigorous months (Machado
362 & Kichel, 2004).

363 The crossbreeding between cattle breeds increases the productivity of livestock
364 activity (Alencar et al., 1997). In Southern Brazil the seasons are well defined, mainly in
365 terms of temperature, with hot summer and cold winter (Bergamaschi et al., 2003).
366 Crossbreed animals are better adapted to the environment than pure animals, presenting
367 better development in the growth phase, resulting in higher body weight (Pereira et al., 2000).

368 Body weight at the beginning of the breeding season is an easily measurable variable
369 and can be used by the producer for decision making. The effects of pregnancy rate
370 influenced by several factors analyzed in this study are based on short-term tests. Therefore,
371 these effects can be related to changes in forage quality and quantity within the season and to
372 difference in social structure and movement of the herds. If the treatments were applied for
373 longer terms, then vegetation structure and composition, as well as quality and quantity per
374 animal would likely exhibit further changes that could results in different relationships
375 between pregnancy rate and the factors evaluated, as well as different interactions among
376 explanatory variables.

377

378

LITERATURE CITED

379 Agresti, A. 2002. Categorical data analysis, 2nd edition. John Wiley & Sons, Hoboken. New
380 Jersey.

- 381 Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on
382 Automatic Control, 19:716-723.
- 383 Alencar, M. M. Los cruzamientos para la producción de carne bovina. In: Congreso
384 Internacional de Tranferência Tecnológica Agropecuária. Anais... Asunción, p.111-122.
- 385 Alpospino, B. H. J. C. 1990. Desenvolvimento de terneiros desmamados aos 100 e aos 210
386 dias até os dois anos de idade. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 387 Azambuja, P. S. 2003. Sistemas alimentares para o acasalamento de novilhas aos 14/15
388 meses de idade. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 389 Bates, D., M. Maechler, B. Bolker, and S. Walker. 2014. Lme4: linear mixed effects models
390 using Eigen and S4.R package version 1.1-11. Available at [http://CRAN.R-](http://CRAN.R-project.org/package=lme4)
391 [project.org/package=lme4](http://CRAN.R-project.org/package=lme4) [Verified 07 March 2016].
- 392 Beretta, V. 1994. Efeitos da ordem de utilização de pastagens melhoradas no ganho de peso e
393 comportamento reprodutivo de novilhas de corte. Diss. Federal University of Rio Grande do
394 Sul, Porto Alegre.
- 395 Beretta, V., J. F. P. Lobato, and C. G. A. Mielitz Neto. 2001. Produtividade e eficiência
396 biológica de sistemas pecuários diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa
397 de natalidade do rebanho do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia. 30:1278-
398 1286, 2001.
- 399 Beretta, V., J. F. P. Lobato, J. F. P., and C. G. A. Mielitz Netto. 2002. Produtividade e
400 eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio
401 Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia. 31:991-1001.
- 402 Bergamaschi, H. 2003. Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência).
403 UFRGS. 77p.

- 404 Bransby, D. I., and A. R. Maclaurin. 2000. Designing animal production studies. In:
405 T'Mannetje, L., R. M. Jones, editor, Field and laboratory methods for grassland and animals
406 production research. CAB International, Wallingford. p. 327-352.
- 407 Cachapuz, J. M. S. 1976. Influência na percentagem de fecundação de vacas com primeira
408 cria ao pé de uma pastagem melhorada ou de duas diferentes suplementações quando
409 mantidas em campo natural. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 410 Carter, A. H., and E. H. Cox. 1973. Observations on yearling mating of beef cattle. In: New
411 Zealand Society of Animal Production. Proceedings... Palmerston North, p.94-113.
- 412 Carvalho, P. C. F., and C. Batello. 2009. Access to land, livestock production and ecosystem
413 conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. *Livestock
414 Science*. 120:158-162.
- 415 Day, M. L. 2015. Nutritional effects on beef heifer development, puberty and subsequent
416 reproduction. *Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium* 26:69-77.
- 417 Deresz, F. 1976. Efeito do nível alimentar pré e pós-parto na taxa reprodutiva de vacas com
418 primeira cria ao pé. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 419 Duffield, T. F., J. K. Merrill, and R. N. Bagg. 2012. Meta-analysis of the effects of monensin
420 in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal
421 Science*. 90:4583–4592. doi:10.2527/jas.2011-5018.
- 422 Euclides, V. P. B., and K. Euclides Filho. 1998. Uso de animais na avaliação de forrageiras.
423 EMBRAPA-CNPQC.
- 424 Fagundes, J. I. B. 2001. Efeitos de duas cargas animais em campo nativo e de idades de
425 desmama no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento
426 das progênes. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- 427 Fagundes, J. I. B., J. F. P. Lobato, and F. S. Schenkel. 2003. Efeito de duas cargas animais
428 em campo nativo e de duas idades à desmama no desempenho de vacas de corte primíparas.
429 Revista Brasileira de Zootecnia. 32:1722-1731.
- 430 Fisher, D. S. 1999. Defining the experimental unit in grazing trial. In: American Society of
431 Animal Science. Proceedings... Watkinsville, p.1-5.
- 432 Freitas, E. A., Lopez, J., and E. R. Prates. 1976. Produtividade de matéria seca, proteína
433 digestível e nutrientes digestíveis totais em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. In:
434 Anuário Técnico IPZFO, p. 454-515.
- 435 Freitas, S. P. G. 2005. Desempenho de novilhas expostas à reprodução aos 14/15 meses de
436 idade. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 437 Frizzo, A.; M. G. Rocha, J. Restle, M. R. Freitas, G. Biscaíno, and A. Pilau. 2003. Produção
438 de forragem e retorno econômico da pastagem de aveia e azevém sob pastejo com bezerras
439 de corte submetidas a níveis de suplementação energética. Revista Brasileira de Zootecnia
440 32:632-642.
- 441 Frizzo, A., M. G. Rocha, J. Restle, D. B. Montagner, F. K. Freitas, and D. T. Santos. 2003.
442 Suplementação energética na recria de bezerras de corte mantidas em pastagem de
443 inverno. Revista Brasileira de Zootecnia. 32:643-652. doi: 10.1590/S1516-
444 35982003000300016.
- 445 Funston, R. N., and G. H. Deutscher. 2004. Comparison of target breeding weight and
446 breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf
447 performance. Journal of Animal Science. 82:3094-3099. doi:/2004.82103094x.
- 448 Gasser, C. L. 2013. Joint Alpharma-Beef Species Symposium: Considerations on puberty in
449 replacement beef heifers. Journal of Animal Science. 91:1336-1340. doi:10.2527/jas.2012-
450 6008.

- 451 Gottschall, C. S. 1994. Comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas submetidas
452 a três lotações de campo nativo. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 453 Gottschall, C. S., and J. F. P. Lobato. 1996. Comportamento reprodutivo de vacas de corte
454 primíparas submetidas a três lotações em campo nativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
455 25:46-57.
- 456 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available at: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/
457 http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/
458 default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/default.shtm)>. Accessed on: Feb. 12, 2017.
- 459 Lean, I. J., J. M. Thompson, and F. R. Dunshea. 2014. A meta-analysis of Zilpaterol and
460 Ractopamine effects on feedlot performance, carcass trail and shear strenght of meat in cattle.
461 *PloSv one*. 12:1-28. doi:10.1371/journal.pone.0115904.g004.
- 462 Lopes, D. C. 2004. Desempenho reprodutivo de vacas de corte e desenvolvimento de seus
463 terneiros submetidos a diferentes idades de desmame. Diss. Federal University of Rio Grande
464 do Sul, Porto Alegre.
- 465 Lovatto, P. A., C. R. Lehnen, I. Andretta, A. D. Carvalho, and L. Hauschild. 2007. Meta-
466 análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
467 36:285-294. doi: 10.1590/S1516-35982007001000026.
- 468 Lupatini, G., and M. Neumann. 2002. Planejamento forrageiro para bovinos de corte. In:
469 Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. Anais... Pato Branco, p.189-216.
- 470 Machado, L. A. Z., and A. N. Kichel. 2004. Ajuste de lotação no manejo de pastagens.
471 Embrapa Agropecuária Oeste, Campo Grande.
- 472 Magalhães, F. R. 1992. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas de corte de
473 diferentes idades e desenvolvimento de seus terneiros. Diss. Federal University of Rio
474 Grande do Sul, Porto Alegre.

- 475 Marques, L. P. A. 2001. Efeitos da idade de desmame no desempenho reprodutivo de vacas
476 de corte e no desenvolvimento das progênes. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul,
477 Porto Alegre.
- 478 Martz, F. A., J. R. Gerrish. 1995. Nutrition of grazing ruminants. In: Simpósio Internacional
479 sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes. Anais... Viçosa, p.103-114.
- 480 Mckiernan, B. 2005. Frame scoring of beef cattle. Available at: <[http://](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)
481 [http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)
482 [scoring](http://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/appraisal/publications2/frame-scoring)>. Accessed on: Feb. 12, 2017.
- 483 Menegaz, A. L. 2006. Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas
484 de corte. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 485 Mezzalira, J. C., P. C. F. Carvalho, J. K. Trindade, C. Bremm, L. Fonseca, M. F. Amaral, and
486 M. V. Reffatti. 2012. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes
487 ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural*. 42:1264-1270.
- 488 Moraes, A. A. S. 1991. Comportamento reprodutivo de vacas e desenvolvimento de terneiros
489 desmamados em épocas diferentes. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto
490 Alegre.
- 491 Muller, A. 1998. Efeito do manejo em pastagens melhoradas e desmame aos 60 dias no
492 comportamento reprodutivo de vacas primíparas de corte e no desenvolvimento de seus
493 bezerros. PhD Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 494 Nardon, R. F. 1985. Desenvolvimento e comportamento de fêmeas de corte em pastagens.
495 Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 496 Neves, F. P., P. C. F. Carvalho, C. Nabinger, A. V. A. Jacques, I. J. Carassai, F. Tentardini.
497 2009. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem
498 natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38:1532-1542.

- 499 Osoro, K. 1989. Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de
500 producción de carne con vacas madres establecidos en zonas húmedas. *Investigación Agraria:*
501 *Producción y Sanidad Animales.* 4:207-240.
- 502 Osoro, K., and I. A. Wright. 1992. Pregnancy rate in the first breeding season of heifers is
503 determined primarily by time at which puberty occurs relative to start of breeding season.
504 *Journal of Animal Science.* 70:1661-1666. doi: 1992.7061661x.
- 505 Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and
506 development of ruminants. *Journal of Animal Science.* 71:3138-3150.
507 doi:10.2527/1993.71113138x
- 508 Pereira Neto, O. A. 1996. Efeitos da utilização de pastagens nativas melhoradas no
509 desenvolvimento e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. Diss. Federal University
510 of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 511 Pereira, L. P., Restle, J., and Silve, J. H. S. 2000. Desenvolvimento ponderal de bovinos de
512 corte de diferentes grupos genéticos de Charolês x Nelore inteiros ou castrados aos oito
513 meses. *Ciência Rural.* 30:1033-1039.
- 514 Petersen, R. G., H. L. Lucas, and G. O. Mott. 1965. Relationship between rate of stocking
515 and per animal per acre performance on pasture. *Agronomy Journal.* 57:27-30.
516 doi:10.2134/agronj1965.00021962005700010010x
- 517 Pilau, A. 2007. Crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas.
518 Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 519 Polli, V. A. 1986. Efeito da utilização de forrageiras temperadas no desenvolvimento de
520 terneiras e aumento do índice de prenhez de vacas de cria. Diss. Federal University of Rio
521 Grande do Sul, Porto Alegre.

- 522 Pötter, B. A. A. 2002. Manejo reprodutivo pós-parto de vacas primíparas e desenvolvimento
523 de terneiros. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 524 Pötter, L., Rocha, M. G., Roso, D., Costa, V. G., Glienke, C. L., and Rosa, A. N. 2010.
525 Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de
526 estação fria. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:992-1001.
- 527 Pötter, L., J. F. P. Lobato, and C. G. A Mielitz Netto. 1998. Produtividade de um modelo de
528 produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. *Revista*
529 *Brasileira de Zootecnia*. 27:613-619.
- 530 Pötter, L., J. F. P. Lobato, and C. G. A. Mielitz Netto. 2000. Análises econômicas de modelos
531 de produção com novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. *Revista*
532 *Brasileira de Zootecnia*. 29:861-870.
- 533 Quadros, S. A. F. 1991. Efeitos de lotação animal no comportamento reprodutivo de novilhas
534 de corte. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 535 Quadros, S. A. F., and J. F. P. Lobato. 1996. Efeitos da lotação no comportamento
536 reprodutivo de vacas de corte primíparas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 25:22-35.
- 537 Ribeiro, A. M. L. 1986. Eficiência reprodutiva de três diferentes grupos raciais de vacas de
538 corte. Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 539 Richards, M. W., J. C. Spitzer, and M. B. Warner. 1986. Effect of varying levels of
540 postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance
541 in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 62:300-306. doi: 10.2134/jas1986.622300x.
- 542 Roberts, A. J., T. W. Geary, E. E. Grings, R. C. Waterman, and M. D. MacNeil. 2009.
543 Reproductive performance of heifers offered ad libitum or restricted access to feed for a one
544 hundred forty-day period after weaning. *Journal of Animal Science*. 87:3042-3052.
545 doi:10.2527/jas.2008-1476.

- 546 Rocha, M. G. 1997. Desenvolvimento e características de produção e reprodução de novilhas
547 de corte primíparas aos 24 meses. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto
548 Alegre.
- 549 Rocha, M. G., and J. F. P. Lobato. 2002. Sistemas de Alimentação Pós-Desmama de Bezerras
550 de Corte para Acasalamento com 14/15 Meses de Idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
551 31:1814-1822. doi: 10.1590/S1516-35982002000700025.
- 552 Rosa, A. A. G. 2010. Pastagens naturais e naturais melhoradas no desenvolvimento e
553 desempenho reprodutivo de novilhas Hereford. Diss. Federal University of Rio Grande do
554 Sul, Porto Alegre.
- 555 Roso, D., M. G. Rocha, L. Pötter, C. L. Glienke, V. G. Costa, and G. F. Ilha. 2009. Recria de
556 bezerras de corte em alternativas de uso da pastagem de azevém. *Revista Brasileira de*
557 *Zootecnia* 38: 240-248.
- 558 Rovira, J. 1974. Reproduccion y manejo de los rodeos de cria. Montevideo: Hemisferio Sur.
559 293p.
- 560 Santos, J. E. P., and M. Amstalden. 1998. Effects of nutrition on bovine reproduction. *Arq.*
561 *Fac. Vet. UFRGS*. 26:19-89.
- 562 Sartori, R., and M. M. Guardieiro. 2010. Fatores nutricionais associados à reprodução da
563 fêmea bovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:422-432. doi: 10.1590/S1516-
564 35982010001300047.
- 565 Sauvant, D., P. Schmidely, J. J. Daudin, and N. R. St-Pierre. 2008. Meta-analyses of
566 experimental data in animal nutrition. *Animal*. 8:1203-1214.
567 doi:10.1017/S1751731108002280.
- 568 Schwarzer, G., J. R. Carpenter, and G. Rücker. 2015. Meta-Analysis with R. In: network
569 Meta-Analysis. Springer. p.190. doi: 10.1007/978-3-319-21416-0.

- 570 Schillo, K. K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle
571 and sheep. *Journal of Animal Science*. 70:1271-1282. doi:10.2527/1992.7041271x.
- 572 SEBRAE/SENAR/FARSUL. Diagnóstico de sistemas de produção de bovinocultura de corte
573 no estado do Rio Grande do Sul. Relatório. Porto Alegre: SENAR, 2005. 265p.
- 574 Senn, S., F. Gavini, D. Magrez, and A. Scheen. 2011. Issues in performing a network meta-
575 analysis. *Statistical Methods in Medical Research*. 2:169-189. doi:
576 10.1177/0962280211432220.
- 577 Silva, M. D. 2010. Análises de desempenho de machos e fêmeas Hereford de diferentes
578 tamanhos corporais. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 579 Simeone, A. 1995. Efeito da lotação animal e do manejo da alimentação no desenvolvimento
580 reprodutivo de vacas primíparas de corte em campo nativo. Diss. Federal University of Rio
581 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 582 Simeone, A., and J. F. P. Lobato. 1996. Efeitos da lotação animal em campo nativo e do
583 controle da amamentação no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas.
584 *Revista Brasileira de Zootecnia*. 25:1216-1227.
- 585 Sirois, J., and J. E. Fortune. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in
586 heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biology of Reproduction*. 39:308-317.
- 587 Sollenberger, L. E., C. T. Agouridis, E. S. Vanzant, A. J. Franzluebbbers, and L. B. Owens.
588 2012. Prescribed grazing on pasturelands. In: C. J. Nelson, editor, *Conservation outcomes*
589 *from pastureland and hayland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps*.
590 Allen Press, Lawrence, KS. p. 111-204.
- 591 Souza, A. N. M. 2005. Utilização do creep-feeding e seus efeitos no peso a desmama de
592 terneiros e no desempenho reprodutivo de vacas de corte. Diss. Federal University of Rio
593 Grande do Sul, Porto Alegre.

- 594 Souza, C. B. O. 2014. Desenvolvimento corporal e desempenho produtivo de novilhas de
595 corte prenhas aos 13/15 meses de idade. Thesis Federal University of Rio Grande do Sul,
596 Porto Alegre.
- 597 Sparke, E. J., and D. R. Lamond. 1968. The influence of supplementary feeding on growth
598 and fertility of beef heifers grazing natural pastures. *Australian Journal of Experimental*
599 *Agriculture and Animal Husbandry*. 8:425-433. doi: 10.1071/EA9680425.
- 600 Spicer, L. J., and S. E. Echternkamp. 1995. The ovarian insulin and insulin-like growth factor
601 system with an emphasis on domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology*. 12:223-
602 245. doi: [10.1016/0739-7240\(95\)00021-6](https://doi.org/10.1016/0739-7240(95)00021-6)
- 603 Spitzer, J. C., D. G. Morrison, and R. P. Wettemann. 1995. Reproductive responses and calf
604 birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight
605 gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*. 73:1251-1257.
606 doi:10.2527/1995.7351251x.
- 607 Stobbs, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.*
608 Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria*
609 *anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Crop and Pasture Science*. 24:821-
610 829. doi: 10.1071/AR9730821
- 611 Tanure, S. 2008. Estratégias de manejo nutricional para novilhas e vacas primíparas de corte.
612 Diss. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 613 Trindade, J. K., F. P. Neves, C. E. Pinto, C. Bremm, J. C. Mezzalira, L. B. Nadin, T. C. M.
614 Genro, H. L. Gonda, P. C. F. Carvalho. 2016. Daily forage intake by cattle on natural
615 grassland: response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology and*
616 *Management*. 69:59-67.
- 617 Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. In: Corvalis: O & P Books. 374p.

618 Vieira, A., J. F. P. Lobato, R. D. A. Torres Junior, I. M. Cezar, and E. S. Correa. 2005.
619 Fatores determinantes do desempenho reprodutivo de vacas Nelore na região dos cerrados do
620 Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34:2408-2416.

621 Wiltbank, J. N., W. W. Rowden, J. E. Ingalls, K. E. Geegoey, and R. M. Koch. 1962. Effect
622 of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal*
623 *Science*. 21:219-225. doi:10.2527/jas1962.212219x.

624 Yelich, J. V., R. P. Wettemann, H. G. Dolezal, K. S. Lusby, D. K. Bishop, and L. J. Spicer.
625 1995. Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and
626 growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolites before puberty in beef
627 heifers. *Journal of Animal Science*. 73:2390-2405. doi:10.2527/1995.7382390x

628 Zanotta Junior, R. L. D. 1984. Efeitos de diferentes níveis alimentares durante o pré e pós-
629 parto no comportamento reprodutivo de novilhas com primeira cria. Diss. Federal University
630 of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

631

632

633

634

Table 1 - Relation of studies of database with n (number of animals), location, coordinated geographic, precipitation and type of pasture in southern Brazil

Author	n	Local	Coordinated geographic	Precipitation (mm/year)	Type of pasture*
Albospino, 1990	23	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1332	Italian ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Azambuja, 2003	216	Arambaré	31°11'/51°74'	-	Natural pasture
Beretta, 1994	113	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1398	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Cachapuz, 1976	57	Dom Pedrito	30°99'/54°70'	1376	Natural pasture Common vetch (<i>Vicia sativa</i>)
Deresz, 1976	110	Pelotas	30°58'/50°40'	1285	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Fagundes, 2001	87	Itaqui	29°24'/56°47'	1500	Natural pasture
Freitas, 2005	350	São Gabriel	30°33'/54°32'	1193	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Gottschall, 1994	114	São Gabriel	30°33'/54°32'	1512	Natural pasture
Lopes, 2004	39	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1446	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>) Pearl millet (<i>Pennisetum americanum</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polymorphum*

Table 1... Continued

Author	n	Local	Coordinated geographic	Precipitation (mm/year)	Type of pasture*
Magalhães, 1992	210	Rosário do Sul	30°25'/54°92'	1550	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
Marques, 2001	231	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1440	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Menegaz, 2006	323	Uruguaiiana	29°76'/57°09'	1500	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Moraes, 1991	60	Dom Pedrito	30°99'/54°70'	1300	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Müller, 1998	50	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1440	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Nardon, 1985	65	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1398	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Pereira Neto, 1996	62	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1332	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)
Pilau, 2007	234	Tupanciretã	29°03'/53°48'	-	Black oats (<i>Avena strigosa</i>) Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
Polli, 1986	71	Eldorado do Sul	30°52'/51°39'	1398	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Arrowleaf clover (<i>Trifolium vesiculosum</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polymorphum*

Table 1... Continued

Author	n	Local	Coordinated geographic	Precipitation (mm/year)	Type of pasture*
Pötter, 2002	92	Quaraí	30°26'/56°01'	1356	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Quadros, 1991	69	Dom Pedrito	30°99'/54°70'	1540	Natural pasture
Ribeiro, 1986	70	Cachoeira do Sul	30°03'/52°89'	1621	Natural pasture
Rocha, 1997	394	Dom Pedrito	30°44'/54°47'	1450	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Red clover (<i>Trifolium pratensis</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Rosa, 2010	241	Dom Pedrito	30°44'/54°47'	1300	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>) Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i>)
Silva, 2010	142	Bagé	31°22'/54°39'	1300	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)
Simeone, 1995	119	Bagé	31°22'/54°39'	1350	Natural pasture
Souza, 2005	64	Dom Pedrito	30°99'/54°70'	1376	Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i> L.)
Souza, 2015	49	Júlio de Castilhos	29°23'/53°68'	-	Black oats (<i>Avena strigosa</i> Schreb.) Palisade grass (<i>Urochloa brizantha</i>)
Tanure, 2008	194	Quaraí	30°26'/56°01'	1356	Natural pasture
Zanotta Jr, 1984	84	Pelotas	30°58'/50°40'	1285	Natural pasture Annual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) White clover (<i>Trifolium repens</i>)

*Natural pasture with prevalence of Bahiagrass (*Paspalum notatum*), Dallisgrass (*Paspalum dilatatum*), *Axonopus affinis*, *Andropogon lateralis*, *Trifolium polymorphum*

Table 2 - Analysis of variance of the general model for pregnancy rate

Variables	Sum of squares	df	F value	P
start.bw ¹	234.9171	1	234.9171	***
I(start.bw ²) ²	48.1520	1	48.1520	***
s.dwt ³	11.0622	1	11.0622	***
categ ⁴	10.6959	1	10.6959	**
start.bw:breed ⁵	6.0204	1	6.0204	*
breed ⁶	2.7131	1	2.7131	.

¹Weight at the beginning of the mating period; ²Squared weight at the beginning of the breeding season; ³average daily gain during the breeding season, kg/day; ⁴Animal category; ⁵Interaction between weight at the beginning of the breeding season and breed; ⁶Type of breed; ***P<0.0001; **P<0.001; * P<0.05; .P<0.1

Table 3 - Analysis of variance of the pregnancy rate model with stocking rate

Variables	Sum of squares	df	F value	P
start.bw ¹	227.2157	1	227.2157	***
I(start.bw ²) ²	59.9102	1	59.9102	***
categ ³	8.0469	1	8.0469	**
s.dwt ⁴	7.9235	1	7.9235	**
s.si ⁵	6.2234	1	6.2234	*
start.bw:s.si ⁶	4.5634	1	4.5634	*

¹Weight at the beginning of the breeding season; ²Squared weight at the beginning of the breeding season; ³Animal category; ⁴kg/day; ⁵Stocking rate; ⁶Interaction Between weight at the beginning of the breeding season and stocking rate; ***P<0.0001; **P<0.001; * P<0.05; P<0.1

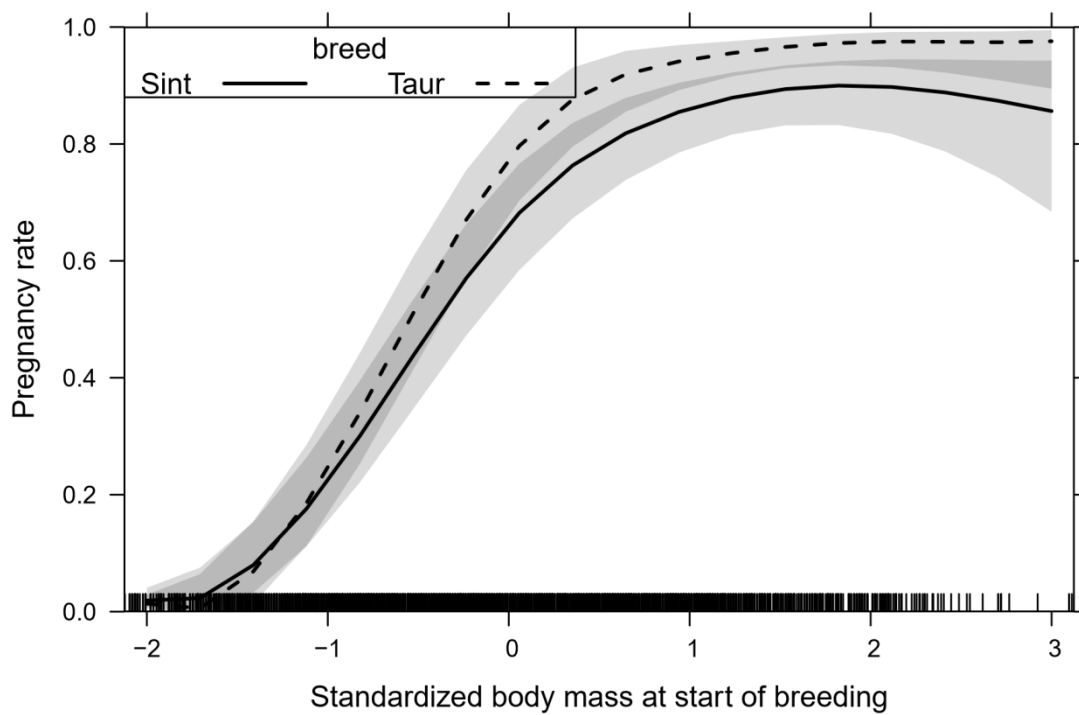


Figure 1 – Interaction between body weight at the beginning of the breeding season and Breed to pregnancy rate of heifers and primiparous cows (Sint: crossbreed, Taur: Taurine females)

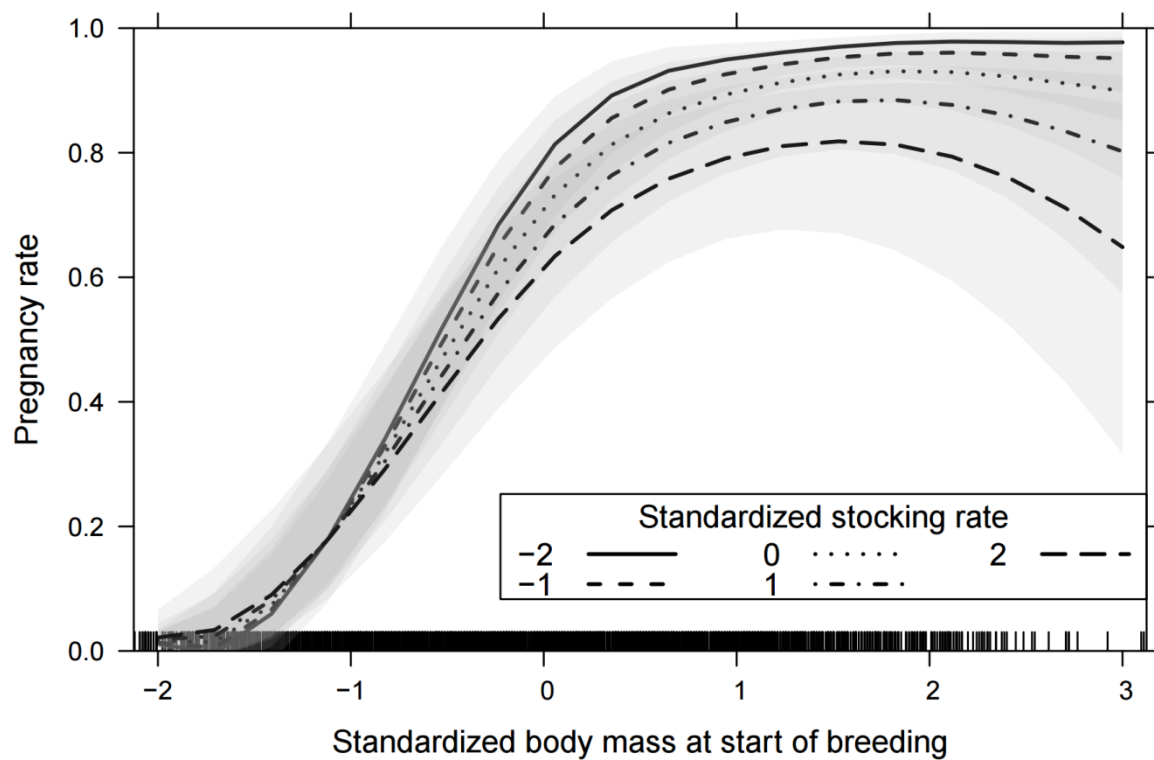


Figure 2 – Interaction between body weight at the beginning of the breeding season and stocking rate to pregnancy rate of heifers and primiparous cows

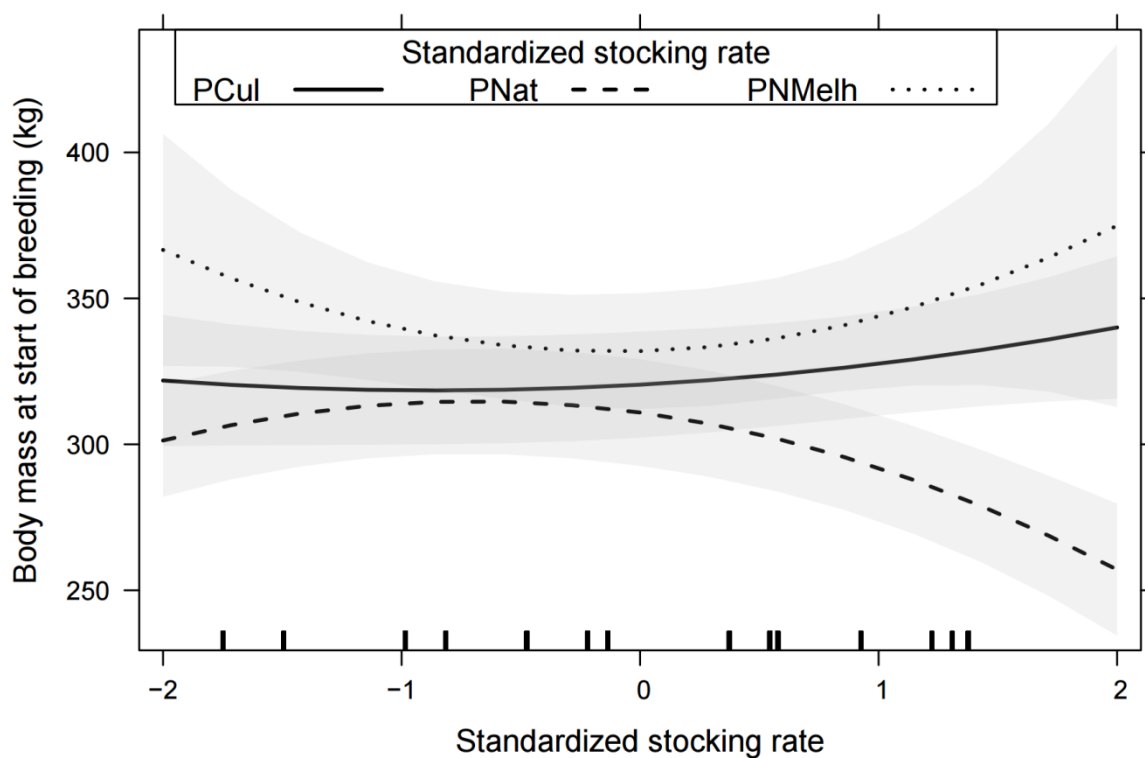


Figure 3 – Interaction between stocking rate and type of pasture to body weight at the beginning of the breeding season of heifers and primiparous cows (PCult: cultivated, PNat: natural pasture, PNMelh: improved pasture)

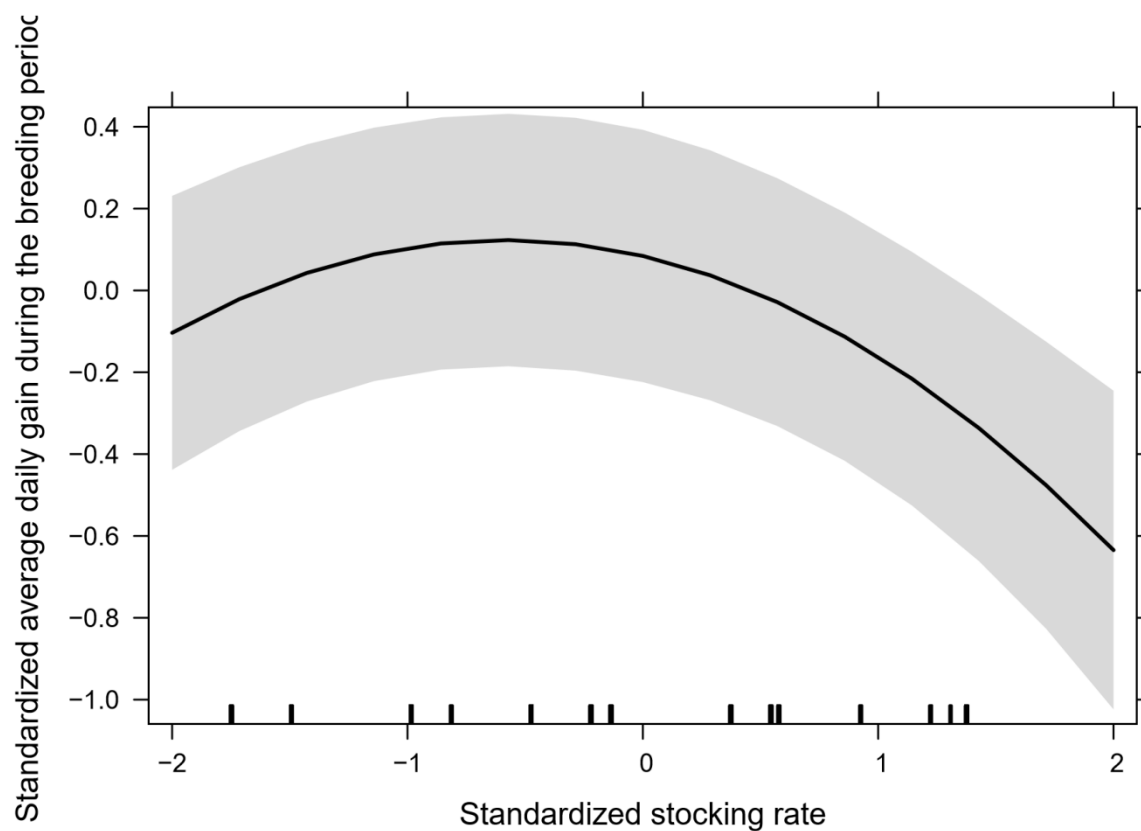


Figure 4 – Average daily gain during the breeding season and stocking rate of heifers and primiparous cows

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na meta-análise realizada, a idade à qual as fêmeas foram expostas à reprodução, a raça, o tipo de pastagem utilizada no pré-acasalamento, o peso corporal ao início da reprodução e a taxa de lotação foram os fatores que mais influenciaram o desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte no sul do Brasil. O presente estudo pode ser considerado inovador, visto que é uma primeira abordagem, realizada com o uso da meta-análise, que buscou avaliar diferentes formas de análises estatísticas para uma mesma base de dados, com a utilização de dados brutos. Uma das grandes limitações existentes quando não utilizamos a meta-análise é o tamanho dos estudos individuais, uma vez que, ao utilizarmos essa metodologia, essa limitação não é relevante, pois a precisão do estudo é aumentada, buscando novas relações que não foram evidenciadas anteriormente.

A partir do primeiro trabalho, onde a análise estatística clássica foi abordada, os principais resultados foram:

- Novilhas mestiças, com pastejo prévio em pastagens de ciclo hiberno-primaveril aos 24 meses de idade apresentaram maior peso corporal ao início e peso e escore ao fim do período reprodutivo, bem como maior taxa de prenhez;
- O maior peso corporal ao início do período reprodutivo foi observado nas vacas primíparas aos 36 meses de idade, mestiças e com pastejo prévio em pastagens de ciclo hiberno-primaveril;
- Novilhas e vacas primíparas com pastejo prévio em pastagens de ciclo hiberno-primaveril apresentaram maiores desempenhos produtivo e reprodutivo em comparação aquelas em pastejo prévio em pastagem natural.

Com base no segundo trabalho, onde a análise estatística abordada foi a utilização de sub-grupos, obtivemos os seguintes resultados:

- A maior taxa de prenhez foi observada em novilhas e vacas primíparas de corte aos 24 meses de idade;
- Não foram observadas diferenças para prenhez de novilhas e vacas primíparas, quando considerados os fatores raça e tipo de pastagem no pré-acasalamento.

Já no terceiro trabalho, considerando a estatística por meio da modelagem, podemos observar que:

- O peso corporal ao início do acasalamento foi a variável de maior influência no desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas;
- A maior taxa de prenhez foi observada nas fêmeas taurinas conforme aumenta o peso corporal ao início do acasalamento;
- Novilhas e vacas primíparas em pastejo prévio em pastagem natural melhorada possuem maior peso corporal ao início do período reprodutivo.

REFERÊNCIAS

- AMSTALDEN, M. et al. Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: relationships to circulating insulin and insulin-like growth factor I. **Biology of Reproduction**, Oxford, v. 63, p. 127-133, 2000.
- BAKER, P. C. Combining tests of significance in cross-validation. **Educational and Psychological Measurement**, San Francisco, v. 12, n. 2, p. 300-306, 1952.
- BARB, C. R.; KRAELNG, R. R. Role of leptin in the regulation of gonadotropin secretion in farm animals. **Animal Reproduction Science**, Werribee, v.82-83, p.155-167, 2004.
- BARB, C.R. The brain-pituitary-adipocyte axis: role of leptin in modulating neuroendocrine function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 1249-1257, 1999.
- BEECHER, H. K. The powerful placebo. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 159, n. 17, p. 1602-1606, 1955.
- BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E. Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, n. 6, p. 1522-1528, 1978.
- BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P. Efeitos da ordem de utilização de pastagens melhoradas no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1196-1206, 1996.
- BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P. Sistema "Um Ano" de Produção de Carne: Avaliação de Estratégias Alternativas de Alimentação Hibernar de Novilhas de Reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 157-163, 1998.
- BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1278-1286, 2001.
- BERWANGER, O. et al. Como avaliar criticamente revisões sistemáticas e metanálises. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 475-80, 2007.
- BIRNBAUM, A. Combining independent tests of significance. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 49, n. 267, p. 559-574, 1954.

BOLDRINI, I.I. **Campos do Rio Grande do Sul**: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Porto Alegre: UFRGS. Boletim do Instituto de Biociências, 1997. 39p. (Boletim, 56)

BORENSTEIN, M. et al. **Introduction to Meta-analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2009. 421p.

BOSSIS, I. et al. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. **Biology of Reproduction**, Oxford, v. 62, n. 5, p. 1436-1444, 2000.

BRANSBY, D.I.; MACLAURIN, A.R. Designing animal production studies. In: FIELD and laboratory methods for grassland and animal production research. Wellingford: CABI, 2000. p. 327-352

BRINKS, J.S. Genetic aspects of reproduction in beef cattle. In: ANNUAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND EMBRYO TRANSFER IN BEEF CATTLE, 1984, Denver. [**Proceedings**]. Denver, 1984. p. 28-35.

BROŽEK, J.; TIEDE, K. Reliable and questionable significance in a series of statistical tests. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 49, n. 4, p. 339, 1952.

BUSKIRK, D. D.; FAULKNER, D. B.; IRELAND, F. A. Increased postweaning gain of beef heifers enhances fertility and milk production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 937-946, 1995.

CACHAPUZ, J. M. S.; LOBATO, J. F. P.; LEBOUTE, E. M. Pastagens melhoradas e suplementos alimentares no comportamento reprodutivo de novilhas com primeira cria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 445-454, 1990.

CARRILLO, J. **Manejo de um rodeo de cria**. 2.ed. Buenos Aires: Editorial Centro Regional Buenos Aires Sur, 2001. 507p.

CHEHAB, F. F.; LIM, M. E.; RONGHUA, L. Correction of the sterility defect in homozygous obese female mice by treatment with the human recombinant leptin. **Nature Genetics**, New York, v. 12, p. 318-320, 1996.

CHEUNG, C.C. et al. Leptin is a metabolic gate for the onset of puberty in the female rat. **Endocrinology**, Oxford, v. 138, p. 855-858, 1997.

COCHRAN, W.G. Problems arising in the analysis of a series of similar experiments. **Journal of the Royal Statistical Society**, Malden, v. 4, n. 1, p. 102-118, 1937.

COCHRAN, W.G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Arlington, v. 10, n. 1, p. 101-129, 1954.

CORAH, L.R.; DUNN, T.G.; KALTENBACH, C.C. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, n. 3, p. 819-824, 1975.

CUNNINGHAM, M.J.; CLIFTON, D.K.; STEINER, R.A. Leptin's actions on the reproductive axis: perspectives and mechanisms. **Biology of reproduction**, Oxford, v. 60, n. 2, p. 216-222, 1999.

DAVID, F.N. On the $P_{\lambda n}$ test for randomness: remarks, further illustration, and table of $P_{\lambda n}$ for Given Values of $-\log_{10}\lambda_n$. **Biometrika**, Arlington, v. 26, n. 1/2, p. 1-11, 1934.

DEMMENT, M.W.; VAN SOEST, P.J. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. **The American Naturalist**, Chicago, v. 125, n. 5, p. 641-672, 1985.

DINNES, J.; DEEKS, J.; KIRBY, J.; RODERICK, P. A methodological review of how heterogeneity has been examined in systematic reviews of diagnostic test accuracy. **Health Technology Assessment**, Southampton, v. 9, n. 12, p. 1-113, 2005.

ELIZALDE, J.C.; MERCHEN, N.R.; FAULKNER, D.B. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: II. Protein and amino acid digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 467-475, 1999.

ELIZALDE, J. C. Suplementación en condiciones de pastoreo. In: JORNADA DE ACTUALIZACIÓN GANADERA, 2003, Balcarce. **[Resumos]**, Balcarce, 2003. v. 1, p. 17-28

EMERICK, L.L. et al. Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 33, n. 4, p. 203-212, 2009.

EYSENCK, H. J. The effects of psychotherapy: an evaluation. **Journal of Consulting Psychology**, Washington, v. 16, n. 5, p. 319, 1952.

FAGUNDES, J.I.B.; LOBATO, J.F.P.; SCHENKEL, F.S. Efeito de duas cargas animais em campo nativo e de duas idades a desmama no desempenho de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1722-1731, 2003.

FEDERER, C.A. et al. Pasture soil compaction by animal traffic. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, n. 1, p. 53-54, 1961.

FISHER, R.A. **Statistical methods for research workers**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1932. (Biological Monographs and Manuals)

- FOSTER, D.L.; NAGATANI, S. Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. **Biology of Reproduction**, Oxford, v. 60, n. 2, p. 205-215, 1999.
- FREITAS, G.A.E. et al. Produtividade de matéria seca, proteína digestível e nutrientes digestíveis totais em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnico “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v. 3, p. 454-503, 1976.
- GARCIA, M.R. et al. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 261-268, 2003.
- GASSER, C.L. Joint Alpha-Beta-Beef Species Symposium: Considerations on puberty in replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1336-1340, 2013.
- GLASS, G.V. Integrating findings: the meta-analysis of research. **Review of Research in Education**, Thousand Oaks, v. 5, n. 1, p. 351-379, 1977.
- GLASS, G.V. Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research
1. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, v. 5, n. 10, p. 3-8, 1976.
- GLASS, G.V.; HAKSTIAN, A. R. Measures of association in comparative experiments: Their development and interpretation. **American Educational Research Journal**, Washington, v. 6, n. 3, p. 403-414, 1969.
- GLASS, G.V.; PECKHAM, P. D.; SANDERS, J. R. Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analyses of variance and covariance. **Review of Educational Research**, Washington, v. 42, n. 3, p. 237-288, 1972.
- GLASS, G.V.; SMITH, M. L. Meta-analysis of research on class size and achievement. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, Thousand Oaks, v. 1, n. 1, p. 2-16, 1979.
- GOODS, I.J. On the weighted combination of significance tests. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, Malden, p. 264-265, 1955.
- GRADWELL, M.W. Changes in the pore-space of a pasture topsoil under animal treading. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, London, v. 3, n. 4, p. 663-674, 1960.

GRADWELL, M.W. Soil moisture deficiencies in puddled pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, London, v. 9, n. 1, p. 127-136, 1966.

HASENACK, H. et al. **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das savanas uruguaias em escala 1: 500.000 ou superior e relatório técnico descrevendo insumos utilizados e metodologia de elaboração do mapa de sistemas ecológicos**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2010. 17p.

HERSOM, M.J.; BODINE, T.N.; HERRING, A. Joint Alpha-Beef Species Symposium: Redefining the Replacement Heifer Paradigm. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1321-1322, 2013.

HIGGINS, J.; THOMPSON, S.G. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. **Statistics in Medicine**, Hoboken, v. 21, n. 11, p. 1539-1558, 2002.

HIGGINS, J. et al. Measuring inconsistency in meta-analyses [journal article as teaching resource, deposited by John Flynn]. **British Medical Journal**, London, v. 327, p. 557-560, 2003.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman England, 1990. 203p.

IBGE. **Mapa de Biomassa do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 22 fev 2017.

JACQUES, A.V.A. Melhoramento de pastagens naturais: introdução de espécies de estação fria. In: CAMPO NATIVO. MELHORAMENTO E MANEJO, 1993, Esteio. **Anais ... Esteio: FEDERACITE**, 1993. p.24-31.

JONES, L.V.; FISKE, D.W. Models for testing the significance of combined results. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 50, n. 5, p. 375-382, 1953.

LANCASTER, H.O. The combination of probabilities arising from data in discrete distributions. **Biometrika**, Arlington, v. 36, n. 3/4, p. 370-382, 1949.

LAU, J.; IOANNIDIS, J.P.; SCHMID, C.H. Quantitative synthesis in systematic reviews. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 127, n. 9, p. 820-826, 1997.

LIGHT, R.; SMITH, P. Accumulating evidence: procedures for resolving contradictions among different research studies. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 41, n. 4, p. 429-471, 1971.

LIPTAK, T. On the combination of independent tests. **Magyar Tud Akad Mat Kutato Int Kozl**, [S.l.], v. 3, p. 171-197, 1958.

- LOBATO, J.F.P. et al. Efeitos da idade à desmama dos bezerros sobre o desempenho reprodutivo de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2013-2018, 2000.
- LOBATO, J.F.P. et al. Pastagens melhoradas e suplementação alimentar no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 47-53, 1998.
- LOBATO, J.F.P. Uma retrospectiva da pecuária de corte em campos nativos e campos melhorados no bioma Pampa. In: CAMPOS sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. 2009. p. 274-281
- LOBATO, J.F.P.; MENEGAZ, A.L.; PEREIRA, A.C.G. Pre and post-calving forage systems and reproductive performance of primiparous cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 2081-2090, 2010.
- LOBATO, J.F.P.; ZANOTTA JR, R.L.D.; PEREIRA NETO, O.A. Efeitos das dietas pré e pós-parto na eficiência reprodutiva de vacas primíparas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 857-862, 1998.
- LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J. Efeitos da utilização de pastagem melhorada no pós-parto e do desmame aos 100 ou 180 dias de idade no desempenho reprodutivo de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 385-395, 1992.
- LOBATO, J.F.P.; MAGALHÃES, F.R. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas aos 24 e aos 36 meses de idade. **Arquivos da Faculdade de Veterinária-UFRGS**, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 139-146, 2001.
- LOBATO, J.F.P.; PILAU, A. Perspectivas do uso de suplementação alimentar em sistema a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL E A SEGURANÇA ALIMENTAR, REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **[Anais]**. Campo Grande, 2004.
- LOBATO, J.F.P. A “Vaca ideal” e o seu manejo em sistemas de produção de ciclo curto. In: SIMPÓSIO DA CARNE BOVINA, 2003, São Borja. **Anais do...** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 9-43
- LOVATTO, P.A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 285-294, 2007.
- LUIZ, A.J.B. Mata-análise: definição, aplicação e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, p.407-428, 2002.
- LUPATINI, G.; NEUMANN, M. Planejamento forrageiro para bovinos de corte. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco, 2002. p.189-216

MANTEL, N.; HAENSZEL, W.M. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. **Journal of the National Cancer Institute**, Oxford, v. 22, p. 719-748, 1959.

MARASCHIN, G. E.; JACQUES, A. V. A. Grassland opportunities in the subtropical region of South American. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, New Zealand: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 1977-1981.

MARTIN, L.C. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 261-268, 1992.

MARTZ, F.A.; GERRISH, J.R. Nutrition of grazing ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG, 1995, p.103-114.

MENEGAZ, A.L.; LOBATO, J.F.P.; PEREIRA, A.C.G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1844-1852, 2008.

MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: NUTRITIONAL Limits to Animal Production from Pastures: proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, August 24-28, 1981. Farnham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **[Anais]**. Brasília: SBZ, 1995. p.147-200.

MORRIS, C. A. A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime production. 1. Associations with age at first joining. **Animal Breeding Abstracts**, Wallingford, v. 48, p. 655-67, 1980.

MORRISON, D.G.; SPITZER, J.C.; PERKINS, J.L. Influence of prepartum body condition score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate body condition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 1048-1054, 1999.

MOSTELLER, F.; BUSH, R.R.; GREEN, B.F. **Selected quantitative techniques**. London: Addison-Wesley, 1954.

MULROW, C.; LANGHORNE, P.; GRIMSHAW, J. Integrating heterogeneous pieces of evidence in systematic reviews. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 127, n. 11, p. 989-995, 1997.

NABINGER, C. **Diagnóstico de sistemas de produção de bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SENAR, 2005. 265p. (Relatório do SENAR)

NABINGER, C.; PAIM, N.R. Alternativas para uso de espécies forrageiras de produção hibernal. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 38, n. 360, p. 47-54, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7.ed. Washington, DC.: National Academies Press, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Seventh Revised Edition: Update 2000. Washington, DC: National Academies Press, 2000. 232p.

NUNEZ-DOMINGUEZ, R. et al. Lifetime production of beef heifers calving first at two vs three years of age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 9, p. 3467-3479, 1991.

OWENS, F.N. et al. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PATTERSON, D.J. et al. Management considerations in heifers development and puberty. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992.

PEARSON, E.S. On questions raised by the combination of tests based on discontinuous distributions. **Biometrika**, Arlington, v. 37, n. 3-4, p. 383-398, 1950.

PEARSON, K. **Mathematical contributions to the theory of evolution**. London: Dulau and co., 1904.

PEARSON, K. **On the theory of contingency and its relation to association and normal correlation; on the general theory of skew correlation and non-linear regression**. Cambridge: Cambridge University Press, 1904.

PETERSEN, R.G.; LUCAS, H.L.; MOTT, G.O. Relationship between rate of stocking and per animal and per acre performance on pasture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 57, n. 1, p. 27-30, 1965.

PILAU, A. Crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas. 2007. 256 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em

Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 728-736, 2009.

PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Manejo de novilhas prenhes aos 13/15 meses de idade em sistemas a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1271-1279, 2008.

PILLEMER, D.; LIGHT, R. Synthesizing outcomes: How to use research evidence from many studies. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 50, n. 2, p. 176-195, 1980.

POLLI, V.A.; LOBATO, J.F.P. Utilização de pastagem temperada por diferentes categorias do rebanho I. Vacas com cria. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Balneário Camboriú. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1985. p. 203.

PÖTTER, B.A.A.; LOBATO, J.F.P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 192-202, 2004.

PÖTTER, L. et al. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 992-1001, 2010.

PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Produtividade de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 613-619, 1998.

QUADROS, S.A.F.; LOBATO, J.F.P. Efeitos da lotação animal na produção de leite de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento de seus bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 27-33, 1997.

RAMALHO, A. **Manual para redacção de estudos e projectos de revisão sistemática com e sem metanálise**. Coimbra: FORMASAU, 2005.

RHODES, F.M. et al. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. **Journal of Reproduction and Fertility**, Teddington, v. 104, n. 1, p. 41-49, 1995.

ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Sistemas de alimentação pós-desmama de bezerras de corte para acasalamento com 14/15 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1814-1822, 2002.

RODRIGUES, C.L. **Metanálise**: um guia prático. 2010. Trabalho de Conclusão (Graduação) - Bacharelado em Estatística, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24862/000749617.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 fev 2017.

RODRIGUES, C.; ZIEGELMANN, P. Metanálise: um guia prático. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v.30, n. 4, p. 435-446, 2005.

ROSA, A.A.G.; VAZ, R.Z.; LOBATO, J.F.P. Natural and improved pastures on growth and reproductive performance of Hereford heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 203-211, 2012.

ROVIRA, J. **Reproduccion y Manejo de los Rodeos de Cria**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1974. 293p.

ROVIRA, J. **Manejo nutritivo de los rodeos de cria em pastoreo**. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1996. 287p.

SAKODA, J.M.; COHEN, B.H.; BEALL, G. Test of significance for a series of statistical tests. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 51, n. 2, p. 172, 1954.

SANTOS, J.E.P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE EMBRIÕES, 13., 1998, Atibaia. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1998. p.19-89.

SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1271-1282, 1992.

SHORT, R.E. et al. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 3, p. 799-816, 1990.

SHORTEN, P.R.; MORRIS, C.A.; CULLEN, N.G. The effects of age, weight, and sire on pregnancy rate in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, n. 4, p. 1535-1545, 2015.

SIMEONE, A.; LOBATO, J.F.P. Efeitos da lotação animal em campo nativo e do controle da amamentação no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1216-1227, 1996.

SIROIS, J.; FORTUNE, J.E. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. **Biology of Reproduction**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 308-317, 1988.

SMITH, M.L.; GLASS, G.V. Meta-analysis of research on class size and its relationship to attitudes and instruction. **American Educational Research Journal**, Washington, v. 17, n. 4, p. 419-433, 1980.

SOLLENBERGER, L.E. et al. Prescribed grazing on pasturelands. In: CONSERVATION outcomes from pastureland and hayland practices: assessment, recommendations, and knowledge gaps. Lawrence, KS: Allen Press, 2012. p. 111-204.

SOUSA, M.R.; RIBEIRO, A.L.P. Revisão sistemática e meta-análise de estudos de diagnóstico e prognóstico: um tutorial. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 92, n. 3, p. 241-251, 2009.

SPICER, L.J.; ECHTERNKAMP, S.E. The ovarian insulin and insulinlike growth factor system with an emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, Colleague Station, v. 12, p. 223-245, 1995.

SPITZER, J.C. et al. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1251-1257, 1995.

STERLING, T.D. Publication decisions and their possible effects on inferences drawn from tests of significance—or vice versa. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 54, n. 285, p. 30-34, 1959.

STERNE, J.; HARBORD, R.M. Funnel plots in meta-analysis. **Stata Journal**, Colleague Station, v. 4, p. 127-141, 2004.

STROBEL, A. et al. A leptin missense mutation associated with hypogonadism and morbid obesity. **Nature Genetics**, New York, v. 18, p. 213–215, 1998.

TIPPETT, L.H.C. **The Methods of Statistics**. London: Williams and Norgate, 1931.

TRENKLE, A.; WILLHAM, R.L. Beef production efficiency. **Science**, Cambridge, v. 198, n. 4321, p. 1009-1015, 1977.

VAZ, R.Z.; LOBATO, J.F.P. Efeito da idade do desmame no desenvolvimento de novilhas de corte até os 14/15 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 289-298, 2010.

WAGNER, J.J. et al. Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 3, p. 603-612, 1988.

WALBERG, H.J.; HAERTEL, G.D. Evaluation reflections: Validity and use of educational environment assessments. **Studies in Educational Evaluation**, Antwerp, v. 6, n. 3, p. 225-238, 1980.

WALLIS, W.A. Compounding probabilities from independent significance tests. **Econometrica**, New York, v. 10, n. 3/4, p. 229-248, 1942.

WHITEHEAD, A. Meta-analysis of controlled clinical trials. New York: John Wiley & Sons, 2002.

WILKINSON, B. A statistical consideration in psychological research. **American Psychological Association**, Washington, v. 48, n. 2, p. 156-158, 1951.

WILTBANK, J.N. et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 21, n. 2, p. 219-225, 1962.

WILTBANK, J.N. et al. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weigh 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 1, p. 25-34, 1985.

WILTBANK, J.N. Maintenance of a high level of reproductive performance in the beef cow herd. **The Veterinary clinics of North America. Large animal practice**, New York, v. 5, n. 1, p. 41-57, 1983.

WILTBANK, M.C. Cell types and hormonal mechanisms associated with mid-cycle corpus luteum function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 7, p. 1873-1883, 1994.

YELICH, J.V. et al. Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolics before puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 8, p. 2390-2405, 1995.

ZELEN, M.; JOEL, L.S. The weighted compounding of two independent significance tests. **The Annals of Mathematical Statistics**, Durham, v. 30, n. 4, p. 885-895, 1959.

VITA

Lidiane Raquel Eloy nasceu em 24 de setembro de 1983 no município de Três Passos – RS, filha de Arildo Pumi Eloy e Gladis Marinês Eloy. cursou o Ensino Fundamental e Médio no Colégio Espírito Santo, no município de Três Passos – RS. Em 2006, ingressou no Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus de Palmeira das Missões. De 2011 a 2013, cursou o Mestrado em Produção Animal – Forragicultura no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Em 2013, iniciou o curso de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) na área de concentração Produção Animal, como bolsista CAPES. De agosto de 2015 a abril de 2016, realizou Doutorado Sanduíche na University of California, Davis (UCDAVIS), como bolsista CNPq.