

## Características Quantitativas da Carcaça de Bovinos Charolês, Caracu e Cruzamentos Recíprocos Terminados em Confinamento<sup>1</sup>

Daniel Perotto<sup>2</sup>, José Luiz Moletta<sup>2</sup>, Antonio Carlos Cubas<sup>3</sup>

**RESUMO** - Foram analisadas doze características quantitativas das carcaças de 162 machos bovinos inteiros pertencentes aos grupos Caracu (Ca), Charolês (Ch), 3/4Ca+1/4Ch, 3/4Ch+1/4Ca, 5/8Ca+3/8Ch e 5/8Ch+3/8Ca, nascidos no período de 1988 a 1993. As médias para idade e peso ao início do período de confinamento, duração do confinamento, idade e peso ao abate foram, respectivamente, 712 dias, 362 kg, 99 dias, 811 dias e 489 kg. Durante o confinamento, os animais receberam silagem de milho à vontade e uma ração concentrada (79% NDT, 17,8% PB) fornecida à base de 1% PV/animal/dia. Os resultados mostraram que os grupos Ch e Ca não diferiram quanto ao peso de carcaça quente, ao rendimento de carcaça quente, às porcentagens de costilhar e gordura e ao peso da porção comestível da carcaça (PCC). O Ch superou o Ca para a área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* (AML), o escore de conformação da carcaça (CONF) e as porcentagens de serrote e músculos. Animais Ca apresentaram maior espessura de gordura de cobertura e maiores porcentagens de dianteiro (PED) e ossos que os do grupo Ch. Houve resposta heterótica para PCQ, AML, CONF, PCC e PED. As duas gerações avançadas de cruzamentos alternados Ch x Ca foram superiores à média das raças paternas para PCQ, AML, CONF, PCC e PED. O cruzamento alternado Ch x Ca produz animais com características de carcaça superiores às dos Charolês e Caracu puros.

Palavras-chave: Charolês, Caracu, cruzamentos, carcaça

### Carcass Traits of Charolais, Caracu and Reciprocal Crosses Finished in Feedlot

**ABSTRACT** - Twelve quantitative carcass traits of 162 Charolais (Ch), Caracu (Ca), 3/4Ca+1/4Ch, 3/4Ch+1/4Ca, 5/8Ca+3/8Ch and 5/8Ch+3/8Ca, born from 1988 to 1993, were analyzed. Averages for age at the beginning of the confinement period, initial weight, length of confinement period, final age and final weight were, respectively, 712 days, 362 kg, 99 days, 811 days and 489 kg. During the confinement period, the animals were fed corn silage *ad libitum* and a concentrate diet (79% TDN, 17,8% CP) offered on the basis of 1% LW/animal•day. The results showed that the groups Ch and Ca did not differ with respect to hot carcass weight (PCQ), dressing percentage (RCQ), side cut percentage (PEC), fat percentage (PEG) and weight of edible portion (PCC). Charolais animals were superior to Ca animals for *Longissimus dorsi* area (AML), conformation score and for the percentages of saw cut (PES) and lean tissue (PEM). Caracu animals showed higher fat thickness (EGC), and higher percentages of forequarter (PED) and bones (PEO) than those of the Ch group. There was heterotic response for PCQ, AML, conformation score, PCC and PED. The averages of the two-advanced crisscross Ch x Ca generations were higher than the parental averages for PCQ, AML, conformation score, PCC and PED. Rotational crossbreeding of Charolais and Caracu produces animals with superior carcass characteristics than the purebred Charolais and Caracu.

Key Words: Charolais, Caracu, crossbreeding, carcass

### Introdução

As vantagens da utilização de cruzamentos na bovinocultura de corte são documentadas em vasto número de publicações (LONG, 1980; GREGORY e CUNDIFF, 1980).

Pesquisas em cruzamentos de gado de corte no Brasil vêm demonstrando a superioridade de animais cruzados em relação às raças zebuínas em importantes características, como idade ao primeiro parto e intervalo de partos (PEROTTO et al., 1994), peso à desmama (PEROTTO et al., 1996), ganho de peso pós-desmama

(RAZOOK et al., 1986) e desempenho em confinamento (EUCLIDES FILHO et al., 1997a). Efeitos benéficos dos cruzamentos sobre características da carcaça também têm sido reportados (LUCHIARI FILHO et al., 1985; PEROTTO et al., 1999). Outros pesquisadores, contudo, não encontraram diferenças em características quantitativas das carcaças, em função do grupo genético (EUCLIDES FILHO et al., 1997b).

O aspecto mais importante relacionado ao uso de cruzamentos, para melhorar características de carcaça, relaciona-se à habilidade de combinação geral de duas raças (CARPENTER, 1973). Isto significa que a

<sup>1</sup> Projeto Financiado pelo IAPAR/Programa Produção Animal.

<sup>2</sup> Pesquisador do IAPAR - Est. Exp. Fazenda Modelo - Caixa Postal 129 - CEP 84001-970 - Ponta Grossa - PR. Endereço eletrônico: dperotto@pr.gov.br

<sup>3</sup> Professor da UFMS - Faculdade de Agronomia - Caixa Postal 533 - CEP 79804 - 970 - Dourados-MS. Endereço eletrônico: acubas@ceud.ufms.br

carcaça do animal cruzado pode ser otimizada pela combinação das características superiores das raças paternas, ou seja, por intermédio dos cruzamentos entre raças, os pecuaristas podem manipular importantes características, como o grau de acabamento, em função do peso de abate, a porcentagem de cortes nobres e o padrão de deposição de gordura.

Por outro lado, não se pode esperar grande resposta heterótica para características quantitativas da carcaça, porque as mesmas, geralmente, apresentam alta herdabilidade (CARPENTER, 1973; PRESTON e WILLIS, 1974). Revendo resultados de pesquisas anteriores, CUNDIFF (1970) concluiu que os efeitos da heterose são altos para características de carcaça associadas ao crescimento, porém baixos para a maior parte das demais características. Esta conclusão tem sido confirmada em várias pesquisas pelo desaparecimento da heterose, quando os dados foram ajustados para as diferenças de peso. Contudo, LONG (1980) cita evidências de que a resposta heterótica para algumas medidas de gordura da carcaça permanece mesmo após o ajuste para diferenças de peso.

A produção de carcaças que atendam às exigências dos mercados interno e externo é imperativo que se impõe à bovinocultura de corte brasileira. Por isso, o presente trabalho representa uma contribuição ao estudo de características quantitativas de carcaças de machos bovinos inteiros das raças Charolês e Caracu e de duas gerações avançadas de cruzamentos recíprocos oriundas de um sistema alternado de cruzamentos entre essas duas raças.

## Material e Métodos

### Fonte de dados

Foram analisadas observações de características quantitativas de carcaça de machos bovinos inteiros, terminados em confinamento, que eram oriundos de um projeto que se encontra em execução na Estação Experimental Fazenda Modelo, em Ponta Grossa, Paraná (PEROTTO et al., 1998). O plano de acasalamentos está delineado para produzir animais puros Charolês (Ch) e Caracu (Ca), além das sucessivas gerações de mestiços gerados por um sistema alternado de cruzamentos entre Ch e Ca. Os animais que forneceram os dados para esta análise nasceram nos meses de junho a setembro, no período de 1988 a 1993, exceto os nascidos em 1989, que foram comercializados antes de completarem 18 meses de idade.

### Manejo dos animais

Até a desmama, que era feita em fins de fevereiro ou início de março, os bezerros acompanhavam suas mães em pastagens nativas onde predominavam os gêneros *Traquipogon*, *Andropogon* e *Paspalum*. Após o desmame, os bezerros passavam dois a três meses em pastos de capim elefante e depois eram transferidos para pastagens de *Hemarthria altissima*, tendo a dieta suplementada durante o primeiro inverno (maio a agosto) com um concentrado contendo 14,7% PB e 73% NDT, fornecido à base de 1 kg/cabeça•dia. Com aproximadamente dois anos de idade, os animais foram submetidos a um período de adaptação ao confinamento de 14 dias e, em seguida, confinados até atingirem peso de abate. As médias para a idade e peso ao início do confinamento, duração do confinamento, idade e peso ao abate foram, respectivamente, 712 dias, 362 kg, 99 dias, 812 dias e 489 kg. Durante o confinamento, os garrotes receberam silagem de milho à vontade mais ração concentrada (79% NDT, 17,8% PB) fornecida à base de 1% do peso vivo do animal por dia. A relação concentrado: volumoso na MS ingerida pelo animais foi 33:67.

### Características analisadas

Foram analisadas 126 observações de peso de carcaça quente (PCQ), 125 de rendimento de carcaça quente (RCQ), 132 da área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* (AML), 122 de espessura de gordura de cobertura (EGC), 124 de porcentagem de serrote (PES), porcentagem de dianteiro (PED), porcentagem de costilhar (PEC) e de conformação da carcaça e 123 de porcentagem de ossos (PEO), porcentagem de músculos (PEM), porcentagem de gordura (PEG) e peso da porção de carne comestível (PCC) de 162 animais pertencentes aos grupos genéticos Caracu (Ca), Charolês (Ch), 3/4 Ca+1/4 Ch (3Ca1Ch), 3/4 Ch+1/4 Ca (3Ch1Ca), 5/8 Ca+3/8 Ch (5Ca3Ch) e 5/8 Ch+3/8 Ca (5Ch3Ca).

### Metodologia de avaliação de carcaças

A avaliação das carcaças foi feita conforme metodologia proposta por MÜLLER (1987) e descrita por MOLETTA (1990): ao final do período de confinamento, os animais foram submetidos a jejum de 14 a 16 horas antes de terem o peso de abate (PABTE) registrado. Logo após essa pesagem, foram transportados de Ponta Grossa-PR até Alvorada do Sul-PR para serem abatidos nas instalações do Frigorífico Itimura. O abate foi feito sempre na manhã seguinte ao dia da chegada no frigorífico.

Assim, entre a tomada do peso final e o abate transcorriam cerca de 24 horas. Na linha de abate, após a remoção da cabeça, couro, vísceras, cauda, músculo do diafragma e excessos de gordura, foi tomado o peso da carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi então determinado pela relação PCQ/PABTE. Depois da pesagem, as meias-carcaças quentes foram lavadas com jato d'água e enviadas à câmara fria. Decorridas 24 horas, as meias-carcaças foram retiradas da câmara fria, para que se procedessem às avaliações.

Na meia-carcaça direita, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, foi feito um corte para expor a seção transversal de músculo *Longissimus dorsi*. A partir desse corte, foi retirada uma peça para posterior separação e determinação dos componentes muscular, ósseo e adiposo da carcaça (HANKINS e HOWE, 1946). A área da seção transversal do músculo *L. dorsi* foi desenhada diretamente por sobreposição de papel vegetal transparente. A espessura da camada da gordura de cobertura foi determinada nessa mesma peça pela média de três medidas em pontos equidistantes realizadas com uso de um paquímetro.

Na meia-carcaça esquerda, além de outras medidas, como comprimento da carcaça e espessura do coxão, foi determinada a conformação da carcaça usando-se escala de 1 a 18 (MÜLLER, 1987). Essa meia carcaça foi posteriormente separada em dianteiro, costilhar ou ponta de agulha e serrote ou traseiro especial. As três peças resultantes foram então pesadas e seus pesos expressos percentualmente em relação ao peso da meia carcaça.

#### Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos (SAS INST. INC., 1994), ajustando-se inicialmente às distribuições de todas as características um modelo linear, que incluiu os efeitos das covariáveis idade ao abate (IAB) e duração do período de confinamento (DPC), além dos efeitos fixos de grupo genético (GPO), ano de nascimento do animal e das interações GPO\*Ano, IAB\*GPO e IAB\*Ano. Posteriormente, cada característica foi analisada por modelos que excluíram as interações que não se mostraram significativas nas análises iniciais. Além disso, o RCQ foi analisado por um modelo de regressão múltipla (ROBISON et al., 1981), em que o efeito de GPO foi substituído por coeficientes de regressão parcial dos fenótipos sobre as frações esperadas de germoplasma Ch e de loci heterozigotos com respeito à raça de origem dos

genes nos genótipos dos animais. Este procedimento foi adotado porque, na análise preliminar, o efeito da interação GPO\*ANO foi significativo ( $P < 0,05$ ) para essa característica, mas a distribuição irregular dos grupos genéticos através dos anos não permitiu estimar todos os níveis dessa interação. Nessa análise, não foram incluídos no modelo de regressão múltipla termos para representar efeitos genéticos maternos, uma vez que, em análises preliminares, não se encontrou importância estatística para os coeficientes de regressão parcial do RCQ sobre a fração esperada de genes Ch e sobre a fração esperada de loci heterozigotos nos genótipos das mães dos animais ( $P < 0,30$  e  $P < 0,40$ , respectivamente). Efeitos genéticos de interesse, como heterose e diferença genética aditiva, foram computados como funções lineares do efeito de grupo genético e testados pelo teste t.

## Resultados e Discussão

Embora a maior parte dos efeitos incluídos no modelo estatístico não tenha revelado grande importância estatística para seis entre as doze características analisadas (Tabelas 1 e 2), em conjunto, esses fatores descreveram razoavelmente as variâncias totais dessas características. Os valores dos coeficientes de determinação estatística (R-quadrado) foram superiores a 50% para todas as características, exceto para a AML (40%), PED (45%) e PEC (38%). De acordo com a expectativa, a idade ao abate influenciou o PCQ ( $P < 0,01$ ) e a PCC ( $P < 0,05$ ), que são características dependentes do tamanho do animal. A IAB, contudo, não mostrou influência sobre a AML. A duração do período de confinamento teve efeito significativo sobre as porcentagens de ossos ( $P < 0,05$ ), músculos ( $P < 0,05$ ) e gordura ( $P < 0,001$ ). Estes resultados se explicam pela alteração na composição corporal dos animais (maior acúmulo de gordura), à medida que o período de confinamento se prolonga. Como esperado, a DPC mostrou também alguma significância ( $P < 0,10$ ) para o PCQ. A interação GPO\*Ano resultou em efeito significativo ( $P < 0,5$ ) sobre o RCQ, razão pela qual essa característica foi novamente analisada por um modelo de regressão múltipla e será discutida separadamente mais adiante. Quando as interações não-significativas foram excluídas do modelo de análise, o GPO revelou-se estatisticamente importante ( $P < 0,05$  a  $P < 0,001$ ) para todas as características, exceto para o RCQ, a PEC e a PEG.

Nas Tabelas 3 e 4, são apresentadas as médias das características analisadas segundo o grupo genético, bem como as estimativas de alguns parâmetros

Tabela 1 - Valores de F computado para várias fontes de variação segundo a característica de carcaça de machos bovinos Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos

Table 1 - Computed F values for different sources of variation, according to the carcass trait of Charolais, Caracu and reciprocal crossbred males

Fonte de variação <sup>1</sup> Source of variation <sup>1</sup>	gl df	Característica <sup>2</sup> Trait <sup>2</sup>					
		PCQ	RCQ	AML	EGC	CONF	PCC
IAB	1	7,18 <sup>**</sup>	3,14 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	5,06 <sup>*</sup>
DPC	1	2,69 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>
GPO	5	0,94 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Ano (Year)	4	0,86 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>
GPO*Ano	17	1,14 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>*</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>
IAB*GPO	5	1,00 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>
IAB*Ano	4	1,14 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
QM do erro		807	3,38	100	0,88	2,18	632

<sup>1</sup> IAB = Idade ao abate, DPC = Duração do período de confinamento, GPO = Grupo genético. QM = Quadrado médio.

<sup>2</sup> PCQ = Peso de carcaça quente, RCQ = Rendimento de carcaça quente, AML = Área do músculo *Longissimus dorsi*, EGC = Espessura da gordura de cobertura, CONF = Conformação e PCC = Peso da porção comestível.

\*\* = P < 0,01, \* = P < 0,05 e ns = P > 0,05.

<sup>1</sup> IAB = Age at slaughter, DPC = Length of confinement period, GPO = Genetic group. QM = mean square.

<sup>2</sup> PCQ = Hot carcass weight, RCQ = Carcass yield, AML = Longissimus area, EGC = Fat thickness, CONF = Conformation score and PCC = Weight of edible portion.

\*\* = P < .01, \* = P < .05 and ns = P > .05.

Tabela 2 - Valores de F computado para várias fontes de variação, segundo a característica de carcaça de machos bovinos Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos

Table 2 - Computed F values for different sources of variation, according to the carcass trait of Charolais, Caracu and reciprocal crossbred males

Fonte de variação <sup>1</sup> Source of variation <sup>1</sup>	gl df	Característica <sup>2</sup> Trait <sup>2</sup>					
		PED	PEC	PES	PEO	PEM	PEG
IAB	1	3,21 <sup>ns</sup>	2,68 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
DPC	1	0,02 <sup>ns</sup>	6,92 <sup>*</sup>	4,27 <sup>*</sup>	4,84 <sup>*</sup>	3,37 <sup>*</sup>	10,98 <sup>***</sup>
GPO	5	0,60 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>
Ano (Year)	4	0,39 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
GPO*Ano	17	0,84 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>
IAB*GPO	5	0,75 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>
IAB*Ano	4	0,40 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>
QM do erro		3,24	1,03	1,90	0,98	5,18	4,97

<sup>1</sup> DPC = Duração do período de confinamento, GPO = Grupo genético. QM = Quadrado médio. IAB = idade ao abate.

<sup>2</sup> PED = Porcentagem de dianteiro, PEC = Porcentagem de costilhar, PES = Porcentagem de serrote, PEO = Porcentagem de ossos, PEM = Porcentagem de músculos, PEG = Porcentagem de gordura.

\*\*\* = P < 0,001, \* = P < 0,05 e ns = P > 0,05.

<sup>1</sup> DPC = Length of confinement period, GPO = Genetic group, QM = Mean square, IAB = Age at slaughter.

<sup>2</sup> PED = Percentage of forequarter, PEC = Percentage of rib, PES = Percentage of hindquarter, PEO = Percentage of bones, PEM = Percentage of muscle, PEG = Percentage of fat.

\*\*\* = P < .001, \* = P < .05 and ns = P > .05.

genéticos de interesse. A não ser para o RCQ, essas médias e efeitos genéticos foram computados a partir do modelo linear proposto, após terem sido excluídas as interações não-significativas.

RESTLE et al. (1997) reportam resultados de avaliação de carcaças de novilhos Charolês abatidos em diferentes pesos (421, 461 e 495 kg). As médias do grupo abatido com 461 kg são comparáveis às do grupo Ch do presente estudo, cujos animais foram

abatidos com peso médio de 459 kg. As diferenças foram pequenas para PCQ (246 vs. 250 kg), AML/100 kg de PCQ (30,3 vs. 31,2 cm<sup>2</sup>), PEM (71,5 vs. 70,0%) e PEC (13,4 vs. 13,6%). Maiores diferenças ocorreram para conformação (10,8 vs. 12,8), EGC (2,6 vs. 1,6 mm), PEO (13,5 vs. 16%) e PEG (16,5 vs. 14%). Embora diferenças entre resultados de experimentos executados em condições diversas nem sempre são explicáveis, o fato de que os animais

Tabela 3 - Médias segundo o grupo genético e efeitos genéticos para características de carcaça  
 Table 3 - Means according to the genetic group and genetic effects for carcass traits

Grupo <sup>1</sup> /Efeito <sup>2</sup> Group <sup>1</sup> /Effect <sup>2</sup>	Característica <sup>3</sup> Trait <sup>3</sup>					
	PCQ (kg)	RCQ <sup>4</sup> (%)	AML (cm <sup>2</sup> )	EGC (mm)	CONF	PCC (kg)
Ca	260±5	53,5±0,3	70±2	2,2±0,1	11,6±0,2	217±5
3Ca1Ch	274±7	54,3±0,3	77±2	2,1±0,2	12,7±0,3	231±6
5Ca3Ch	288±8	54,7±0,4	80±3	2,3±0,3	13,1±0,4	245±7
Ch	250±6	54,4±0,4	77±2	1,6±0,2	12,8±0,3	212±5
3Ch1Ca	273±6	54,8±0,3	78±2	2,1±0,2	12,8±0,3	232±5
5Ch3Ca	290±10	55,0±0,4	83±3	2,0±0,3	13,7±0,5	244±9
Ca-Ch	10±8 <sup>ns</sup>	0,88±0,5 <sup>ns</sup>	-6±3 <sup>*</sup>	0,6±0,2 <sup>**</sup>	-1,2±0,4 <sup>**</sup>	5±7 <sup>ns</sup>
Heterose do 3/4	18±6 <sup>**</sup>	0,55±0,3 <sup>ns</sup>	8±4 <sup>*</sup>	0,4±0,3 <sup>ns</sup>	1,1±0,6 <sup>ns</sup>	34±10 <sup>**</sup>
Heterose do 5/8	34±8 <sup>***</sup>	0,83±0,5 <sup>ns</sup>	16±5 <sup>**</sup>	0,5±0,5 <sup>ns</sup>	2,5±0,8 <sup>**</sup>	58±14 <sup>***</sup>
Cruz. Alt. - Ca	21±6 <sup>**</sup>	1,33±0,5 <sup>*</sup>	9±2 <sup>***</sup>	-0,1±0,2 <sup>ns</sup>	1,5±0,3 <sup>***</sup>	21±6 <sup>***</sup>
Cruz. Alt. - Ch	31±7 <sup>***</sup>	0,45±0,5 <sup>ns</sup>	3±2 <sup>ns</sup>	0,6±0,2 <sup>*</sup>	0,3±0,4 <sup>ns</sup>	26±7 <sup>***</sup>
Heterose retida	26±6 <sup>***</sup>	0,74±0,4 <sup>ns</sup>	12±4 <sup>**</sup>	0,5±0,3 <sup>ns</sup>	1,8±0,6 <sup>**</sup>	47±10 <sup>***</sup>

<sup>1</sup> Ca = Caracu e Ch = Charolês.

<sup>2</sup> Heterose do 3/4 = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca)/2 - (Ca + Ch)/2, Heterose do 5/8 = (5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/2 - (Ca + Ch)/2 e Heterose retida = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca + 5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/4 - (Ca + Ch)/2.

<sup>3</sup> PCQ = Peso de carcaça quente, RCQ = Rendimento de carcaça quente, AML = Área do músculo *Longissimus dorsi*, EGC = Espessura de gordura de cobertura, CONF = Conformação e PCC = Peso da porção de carne comestível.

<sup>4</sup> Médias e estimativas de efeitos genéticos para o RCQ foram computadas por meio do modelo de regressão múltipla.

\*\*\* = P<0,001, \*\* = P<0,01, \* = P<0,05 e ns = P>0,05.

<sup>1</sup> Ca = Caracu e Ch = Charolais.

<sup>2</sup> 3/4 Heterosis = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca)/2 - (Ca + Ch)/2, 5/8 Heterosis = (5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/2 - (Ca + Ch)/2 and Retained heterosis = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca + 5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/4 - (Ca + Ch)/2.

<sup>3</sup> PCQ = Hot carcass weight, RCQ = Carcass yield, AML = Longissimus area, EGC = Fat thickness, CONF = Conformation score and PCC = Weight of edible portion.

<sup>4</sup> Means and estimates of genetic effects for RCQ were computed by means of the multiple regression model.

\*\*\* = P<.001, \*\* = P<.01, \* = P<.05 and ns = P>.05.

Tabela 4 - Médias segundo o grupo genético e efeitos genéticos para características de carcaça  
 Table 4 - Means according to genetic group and genetic effects for carcass traits

Grupo <sup>1</sup> /Efeito <sup>2</sup> Group <sup>1</sup> /Effect <sup>2</sup>	Característica <sup>3</sup> Trait <sup>3</sup>					
	PED (%)	PEC (%)	PES (%)	PEO (%)	PEM (%)	PEG (%)
Ca	40±0,3	13,6±0,2	46,6±0,3	17±0,2	68±0,4	15±0,4
3Ca1Ch	39±0,4	13,5±0,2	47,1±0,3	16±0,2	68±0,5	16±0,5
5Ca3Ch	40±0,5	13,7±0,3	46,1±0,4	16±0,3	69±0,7	15±0,7
Ch (C)	38±0,4	13,6±0,2	48,5±0,3	16±0,2	70±0,5	14±0,4
3Ch1Ca	40±0,4	13,5±0,2	47,0±0,3	15±0,2	70±0,5	15±0,5
5Ch3Ca	40±0,6	13,7±0,4	46,3±0,5	16±0,4	70±0,9	14±0,8
Ca-Ch	2±0,5 <sup>***</sup>	-0,01±0,3 <sup>ns</sup>	-1,85±0,4 <sup>***</sup>	1±0,3 <sup>***</sup>	-1,5±0,7 <sup>*</sup>	0,1±0,6 <sup>ns</sup>
Heterose do 3/4	1±0,7 <sup>ns</sup>	-0,17±0,4 <sup>ns</sup>	-1,04±0,6 <sup>ns</sup>	-0,8±0,4 <sup>ns</sup>	0,1±0,1 <sup>ns</sup>	1±1 <sup>ns</sup>
Heterose do 5/8	2,4±1 <sup>*</sup>	-0,2±0,6 <sup>ns</sup>	-2,73±0,80 <sup>***</sup>	-0,6±0,6 <sup>ns</sup>	0,6±1,3 <sup>ns</sup>	0,2±1 <sup>ns</sup>
Cruz. Alt. - Ca	-0,2±0,4 <sup>ns</sup>	0,02±0,2 <sup>ns</sup>	-1,88±0,6 <sup>**</sup>	-0,8±0,2 <sup>**</sup>	0,9±0,5 <sup>ns</sup>	0,2±0,5 <sup>ns</sup>
Cruz. Alt. - Ch	1,9±0,4 <sup>***</sup>	0,00±0,2 <sup>ns</sup>	-0,02±0,32 <sup>ns</sup>	0,1±0,3 <sup>ns</sup>	-0,6±0,6 <sup>ns</sup>	0,4±0,6 <sup>ns</sup>
Heterose retida	1,7±0,7 <sup>*</sup>	-0,02±0,4 <sup>ns</sup>	-1,87±0,4 <sup>***</sup>	-0,7±0,4 <sup>ns</sup>	0,3±0,9 <sup>ns</sup>	0,6±0,9 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Ca = Caracu e Ch = Charolês.

<sup>2</sup> Heterose do 3/4 = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca)/2 - (Ca + Ch)/2, Heterose do 5/8 = (5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/2 - (Ca + Ch)/2 e Heterose retida = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca + 5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/4 - (Ca + Ch)/2.

<sup>3</sup> PED = Porcentagem de dianteiro, PEC = Porcentagem de costilhar, PES = Porcentagem de serrote, PEO = Porcentagem de ossos, PEC = Porcentagem de músculos e PEG = Porcentagem de gordura.

\*\*\* = P<0,001, \*\* = P<0,01, \* = P<0,05 e ns = P>0,05.

<sup>1</sup> Ca = Caracu and Ch = Charolais.

<sup>2</sup> 3/4 Heterosis = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca)/2 - (Ca + Ch)/2, 5/8 Heterosis = (5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/2 - (Ca + Ch)/2 and Retained heterosis = (3Ca1Ch + 3Ch1Ca + 5Ca3Ch + 5Ch3Ca)/4 - (Ca + Ch)/2.

<sup>3</sup> PED = Percentage of forequarter, PEC = Percentage of rib, PES = Percentage of hindquarter, PEO = Percentage of bones, PEM = Percentage of muscle, PEG = Percentage of fat.

\*\*\* = P<.001, \*\* = P<.01, \* = P<.05 and ns = P>.05.

usados no estudo dos referidos autores receberam uma dieta com 12% de proteína bruta e relação concentrado:volumoso na MS de 47:53, durante 140 dias, indica que houve diferença entre os dois trabalhos no que concerne ao teor energético das dietas, bem como quanto à duração do período de confinamento. Estas diferenças poderiam explicar as diferenças entre os resultados dos dois trabalhos, principalmente quanto à EGC e à PEG.

O termo Ca - Ch estima a diferença entre os valores genéticos aditivos dessas duas raças. Embora numericamente favorável ao Caracu, a diferença entre as duas raças quanto ao PCQ não foi significativa. As médias para os pesos de abate efetivos foram 485 kg para o Ca e 459 kg para o Ch. Assim, a pequena diferença quanto ao PCQ, a favor do Ca, poderia ser explicada pelo maior peso ao abate dos animais desse grupo. Se a produção de carcaça quente fosse expressa em kg por dia de vida dos animais ao abate, as médias seriam  $0,319 \pm 0,006$ ;  $0,336 \pm 0,008$ ;  $0,355 \pm 0,010$ ;  $0,305 \pm 0,007$ ;  $0,334 \pm 0,007$ ; e  $0,359 \pm 0,013$ , respectivamente, para os grupos Ca, 3Ca1Ch, 5Ca3Ch, Ch, 3Ch1Ca e 5Ch3Ca, sem diferença significativa entre as médias dos grupos Ch e Ca.

A diferença Ca - Ch foi significativa para a AML, EGC, conformação da carcaça, PED, PES, PEO e PEM. Os sinais negativos indicam que o Charolês foi superior ao Caracu para AML ( $6 \pm 3 \text{ cm}^2$ ), conformação ( $1,2 \pm 0,4$ ), PES ( $1,85 \pm 0,4\%$ ) e PEM ( $1,5 \pm 0,7\%$ ). Por sua vez, as carcaças dos animais do grupo Caracu apresentaram maior espessura de gordura ( $0,6 \pm 0,2 \text{ mm}$ ) e maiores porcentagens de dianteiro ( $2 \pm 0,5\%$ ) e ossos ( $1 \pm 0,3\%$ ) que as do grupo Charolês. A superioridade do Ch em relação ao Ca para AML, conformação, PES e PEM está de acordo com os resultados sumarizados por KOCH et al. (1989), os quais indicam que os cruzamentos desta raça com as britânicas (Angus e Hereford) se situam entre os que produzem carcaças com maior proporção de músculos e menor proporção de gordura. Muitos autores preferem expressar a AML em  $\text{cm}^2$  por 100 kg de carcaça quente. No presente estudo, as médias para essa variável foram  $27,2 \pm 0,5$ ;  $27,7 \pm 0,7$ ;  $27,0 \pm 0,8$ ;  $31,2 \pm 0,6$ ;  $28,0 \pm 0,6$ ; e  $29,7 \pm 1,0$  para os grupos Ca, 3Ca1Ch, 5Ca3Ch, Ch, 3Ch1Ca e 5Ch3Ca, respectivamente. Uma vez mais, a diferença Ca - Ch ( $-3,99 \pm 0,81 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de PCQ) foi favorável ao Ch ( $P < 0,001$ ).

As médias para a EGC variaram de 1,6 mm para o Ch a 2,3 mm para o 5Ca3Ch. LUCHIARI FILHO et al. (1985) ponderam que quantidade mínima de gordura na carcaça é desejável para melhor conservação a frio e melhor palatabilidade da carne. Como

a legislação que regulamenta a comercialização de carcaças de bovinos jovens, no Brasil, estabelece que a espessura mínima da camada de gordura sobre a 12ª costela deve ser de 2 mm, os valores encontrados, nesta pesquisa, para o Charolês estariam abaixo das exigências do mercado. Há que se argumentar, entretanto, que a quantidade de gordura da carcaça pode ser facilmente manipulada pelo manejo e pela nutrição dos animais (ROHR e DAENICKE, 1984). Para comprovar este argumento no presente estudo, analisaram-se a EGC e a PEG das carcaças dos animais nascidos nos anos de 1992 e 1993, pois sabe-se que, nesses dois anos, o manejo alimentar dos animais no período pós-desmama foi melhor que nos anos anteriores, em virtude de melhorias contínuas realizadas na formação e no manejo dos pastos. Os resultados mostraram que as médias para as duas características variaram, respectivamente, de 2,05 mm e 15,8% para o Ch a 3,21 mm para o 5Ca3Ch e 19,2% para o 3Ca1Ch. As médias gerais dessas duas características para o ano de 1993 foram 3,6 mm e 18,9%, respectivamente. Tais diferenças entre anos devem-se principalmente à redução da idade inicial, cuja média foi 775 dias nos três primeiros anos e 644 dias nos dois últimos. As demais variáveis – peso inicial (349 kg), duração do confinamento (99 dias) e peso ao abate (500 kg) – não sofreram grandes alterações. Embora sem significância estatística, por causa do menor número de observações analisadas, a diferença Ca - Ch manteve-se (0,52 mm para a EGC e 1,5% para a PEG) nos dois últimos anos. Essa diferença entre as duas raças quanto à EGC e à PEG, em favor do Caracu, pode ser explorada, por meio de cruzamentos, para imprimir o grau desejado de acabamento de carcaça nos pesos e idades exigidos pela indústria e pelos consumidores brasileiros. Os resultados comprovam, portanto, que judiciosa combinação de recursos genéticos e ambiente pode produzir eficientemente as carcaças com a qualidade requerida pelo mercado, sem o recurso da castração.

Na hipótese de que a heterose é atribuída inteiramente à ação gênica da dominância, os animais dos grupos 3/4 e 5/8 exibiriam, respectivamente, 50 e 75% da heterose daqueles do grupo F1. No presente estudo, as estimativas de heterose para os animais do grupo 3/4 foram significativas para PCQ, AML e PCC. Para os do grupo 5/8, houve significativa resposta heterótica para PCQ, AML, conformação, PED e PCC. De acordo com a expectativa teórica, as estimativas de heterose associadas aos animais do grupo 5/8 sempre excederam aquelas associadas às do grupo 3/4. Todas

as características que exibiram heterose são dependentes do tamanho do animal, o que está de acordo com a conclusão de CUNDIFF (1970).

A média dessas duas gerações avançadas (3/4 e 5/8) tem expectativa de heterozigose de 62,5% em relação à heterozigose do F1. Assim, a diferença entre essa média e a média das raças paternas pode ser usada para se obter estimativa aproximada da heterose que seria retida pelo esquema alternado de cruzamentos entre as duas raças. Os resultados revelaram que essa estimativa foi significativa para PCQ e PCC ( $P < 0,001$ ), AML e conformação ( $P < 0,01$ ) e para PED ( $P < 0,05$ ).

Do ponto de vista prático, é interessante saber se o cruzamento alternado é melhor que a raça paterna superior. No presente caso, o Charolês é superior ao Caracu para as características associadas à musculabilidade da carcaça, porém o Caracu produziu carcaças cuja cobertura de gordura está mais próxima das exigências do mercado interno. Por isso, foi investigada a diferença entre a média dos animais 3/4 e 5/8, aproximando a média do esquema alternado, e a média de cada uma das raças paternas. A diferença em relação ao Caracu (cruzamento alternado - Ca) foi significativa ( $P < 0,05$  a  $P < 0,001$ ) e favorável ao cruzamento, para PCQ, RCQ, AML, conformação, PCC e PEO. O sinal negativo para a estimativa associada à porcentagem de ossos indica que o cruzamento alternado pode atenuar o problema representado pelo excesso de ossos dos animais Caracu. As diferenças entre o cruzamento alternado e o Caracu para a ECG ( $-0,1 \pm 0,2$  mm) e para a PEG ( $0,2 \pm 0,5\%$ ), ambas sem significância estatística, indicam que qualquer vantagem oferecida pelo Caracu no tocante a essas características é transferida ao cruzamento alternado. Por outro lado, a média do cruzamento alternado superou a média do Charolês para PCQ, PCC e PED ( $P < 0,001$ ), assim como para a EGC ( $0,6 \pm 0,2$ ,  $P < 0,05$ ). Embora os valores numéricos da diferença (cruzamento alternado - Ch) para PES e PEM tenham sido negativos, os mesmos não alcançaram significância estatística.

Quando o RCQ foi analisado por intermédio de um modelo de regressão múltipla, constatou-se que

as interações entre o efeito genético aditivo do Ch e o ano, bem como entre o efeito da heterozigose direta e o ano, não foram significativas. Isso indica que os coeficientes de regressão parcial do RCQ sobre as frações esperadas de genes Ch e de loci heterozigotos nos genótipos dos animais foram homogêneos nos diversos anos. Assim, foi possível usar o modelo de regressão como equação preditiva para computar as médias e os efeitos genéticos (Tabelas 3 e 4) pertinentes ao RCQ. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre Ch e Ca para esta característica. Igualmente, não chegaram a ser significativos os efeitos da heterose sobre o rendimento de carcaça. Houve, contudo, diferença significativa entre as médias previstas do cruzamento alternado e do Caracu para o RCQ, sendo essa diferença favorável ao cruzamento.

### Conclusões

Os grupos Charolês e Caracu não diferiram quanto ao peso de carcaça quente, rendimento de carcaça quente, porcentagem de costilhar e peso da porção comestível da carcaça.

Animais do grupo Charolês superaram os do grupo Caracu para a área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, a conformação, a porcentagem de serrote e a porcentagem de músculos.

Animais do grupo Caracu apresentaram maior espessura de gordura de cobertura e maiores porcentagens de dianteiro e ossos que os do grupo Charolês.

Houve resposta heterótica para peso de carcaça quente, área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, conformação, peso da porção comestível da carcaça e porcentagem de dianteiro.

As duas gerações avançadas de cruzamentos alternados Charolês x Caracu apresentaram desempenho superior à média das raças paternas para o peso de carcaça quente, a área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, a conformação, o peso da porção comestível da carcaça e a porcentagem de dianteiro.

O cruzamento alternado Charolês x Caracu produz animais com características de carcaça superiores às dos Charolês e Caracu puros.

## Referências Bibliográficas

- CARPENTER, Z.L. 1973. Effects of crossbreeding on carcass characteristics. In: KOGER, M., CUNHA, T.J., WARNICK, A.C. (Eds.) *Crossbreeding Beef Cattle - Series 2*. Gainesville: UFP. p.163-84.
- CUNDIFF, L.V. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *J. Anim. Sci.*, 30:694-705.
- EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V.P.B., FIGUEIREDO, G.R. et al. 1997a. Avaliação de animais Nelore e de seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. *R. Bras. Zootec.*, 26(1):66-72.
- EUCLIDES FILHO, K., EUCLIDES, V.P.B., FIGUEIREDO, G.R. et al. 1997b. Avaliação de animais Nelore e de seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 2. Características de carcaça. *R. Bras. Zootec.*, 26(1):73-79.
- GREGORY, K.E., CUNDIFF, L.V. 1980. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. *J. Anim. Sci.*, 51(5):1224-1242.
- HANKINS, O.G., HOWE, P.E. 1946. *Estimation of composition of beef carcasses and cuts*. Washington:USDA, Technical Bulletin nº 926. 20p.
- KOCH, R.M., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E. 1989. Beef cattle breed resource utilization. *Rev. Bras. Genet.*, 12(3):55-80.
- LONG, C.R. 1980. Crossbreeding for beef production: experimental results. *J. Anim. Sci.*, 51(5):1197-1223.
- LUCHIARI FILHO, A., BOIN, C., ALLEONI, G.F. et al. 1985. Efeito do tipo de animal no rendimento da porção comestível da carcaça. I. Machos da raça Nelore vs zebu x europeu terminados em confinamento. *Bol. Ind. Anim.*, 42(1):31-39.
- MOLETTA, J.L. 1990. *Desempenho em confinamento e características de carcaça e da carne de diferentes grupos genéticos de bovídeos*. Santa Maria, RS: UFSM, 1990. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1990.
- MÜLLER, L. 1987. *Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. 1*. Universidade Federal de Santa Maria: Imprensa Universitária. 31p.
- PEROTTO, D., JOSÉ, W.P.K., ABRAHÃO, J.J.S. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos de fêmeas bovinas Nelore e de mestiças Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore e Marchigiana x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p.176.
- PEROTTO, D., CUBAS, A.C., ABRAHÃO, J.J.S. et al. Desempenho ponderal de animais Nelore e cruzas com Nelore. I. Período pré-desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. p.124-126.
- PEROTTO, D., CUBAS, A.C., MOLETTA, J.L. et al. 1998. Pesos ao nascimento e à desmama e ganho de peso do nascimento à desmama em bovinos das raças Charolesa e Caracu e em mestiços gerados pelo cruzamento alternado Charolês x Caracu. *R. Bras. Zootec.*, 27(4):730-737.
- PEROTTO, D., MOLETTA, J.L., CUBAS, A.C. 1998. Características da carcaça de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. *Ciência Rural*, 29(2):331-338.
- PRESTON, T.R., WILLIS, M.B. 1974. *Intensive beef production*. 2. ed. Oxford:Pergamon Press. 546p.
- RAZOOK, A.G., LEME, P.R., PACKER, I.U. et al. Evaluation of Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holstein, Brown Swiss and Caracu as sire breeds in matings with Nelore cows. Effects on progeny growth, carcass traits and crossbred productivity. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3, 1986, Lincoln. *Proceedings...* Lincoln: University of Nebraska, 1986. v.11, p.348-351.
- RESTLE, J., KEPLIN, L.A. da S., VAZ, F.N. 1997. Características quantitativas da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32(8):851-856.
- RHOR, K., DAENICKE, R. 1984. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 58(3):753-765.
- ROBISON, O.W., McDANIEL, B.T., RINCON, E.J. 1981. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. *J. Anim. Sci.* 52(1):44-50.
- SAS Institute Inc. 1994. *SAS/STAT User's guide*. Volume 2, Version 6, 4.ed.. Cary, NC: SAS Inst. Inc. 1686p.

Recebido em: 08/05/98

Aceito em: 03/08/99