

PERÍODO ÓTIMO DE CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE (1)

Nelson Batista Martin
Zuleima Alleoui Pires

O presente trabalho procura determinar o período de confinamento de bovinos de corte que maximiza a renda líquida do empresário, tendo como base os resultados de um experimento com quatro tratamentos e preços médios do segundo semestre de 1973.

O experimento analisado foi realizado pelo Instituto de Zootecnia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e era constituído dos seguintes tratamentos: «A» — silagem de milho a vontade; «B» — silagem de milho à vontade mais 2kg diários de farelo de torta de algodão; «C» — pé de milho seco e desintegrado à vontade; «D» — pé de milho seco e desintegrado à vontade mais 2kg diários de farelo de torta de algodão.

A partir dos dados dos tratamentos, dos custos médios diários por animal confinado e dos ganhos médios de peso, concluiu-se que, dos quatro tratamentos considerados, o «A» (silagem de milho) apresentou o mais baixo custo por quilograma de carne produzida, seguido pelo «C» (pé de milho seco e desintegrado). Os tratamentos «B» e «D», cujas rações foram balanceadas com a torta de algodão, apesar de apresentarem ganhos em peso superiores àqueles sem este alimento protéico, exibem, contudo, custos mais elevados por quilograma de carne produzida.

Quanto aos períodos ótimos de confinamento, os resultados indicam períodos inferiores àquele de 148 dias utilizado no experimento selecionado, considerando um preço de venda de boi gordo de Cr\$3,60/kg de peso vivo, ou seja, 138, 94, 86, e 52 dias, respectivamente, para os tratamentos «A», «B», «C» e «D».

Todos os tratamentos apresentaram o valor da renda líquida positivo ao nível de preço de Cr\$3,60/kg de peso vivo ou Cr\$100,00/arroba de peso morto, em novembro de 1973.

Para a determinação do período ótimo de confinamento ajustou-se uma função quadrática em virtude de vir se mostrando a que melhor se ajusta aos dados de ganhos de peso para animais bovinos na fase definida entre a puberdade e a maturidade.

(1) O presente trabalho integra as pesquisas desenvolvidas no Projeto IEA/02 — «Análise Econômica da Produção de Carne Bovina no Estado de São Paulo» de acordo com a programação prioritária da Secretaria da Agricultura e financiado pelo convênio União/Estado/FAPESP. Os autores agradecem em particular ao Eng.º Agr.º João Carlos Aguiar de Mattos, da Divisão de Zootecnia de Bovinos de Corte, do Instituto de Zootecnia, pelo fornecimento e discussão dos dados do experimento analisado. Liberado para publicação em 17 de julho de 1975.

1 — INTRODUÇÃO

No confinamento de bovinos destinados ao abate, os gastos com os alimentos constituem mais de 70% do custo total, excetuando os custos com os animais utilizados.

Sabe-se, contudo, que os bovinos apresentam taxas decrescentes de ganho de peso, na fase compreendida entre a puberdade e a maturidade, quando cessam de crescer. Tal fato sugere que a permanência dos animais em confinamento além de um determinado período compromete a rentabilidade da atividade.

Em vista disso, torna-se importante estudar os aspectos relativos aos ganhos de peso e aos custos com os animais durante a engorda em confinamento, visando determinar o período que maximiza a renda líquida do empresário.

Por outro lado, o período ótimo de confinamento irá depender dos custos, dos ganhos de peso e do preço de mercado do animal.

Diversos trabalhos sobre confinamento de bovinos de corte têm sido desenvolvidos pelo Instituto de Zootecnia, da Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, procurando testar diferentes tipos de ingredientes, através das taxas de conversão das rações, do seu consumo e dos respectivos ganhos de peso. Nesses experimentos, normalmente confinam-se animais com peso vivo médio em torno de 300kg e idade média de 24 meses, por um período de 90 a 150 dias. Convém esclarecer que, de modo geral, os experimentos de confinamento de bovinos de corte realizados em idade de abate são deficientes quanto às informações e o número de observações, necessários aos estudos de determinação do período ótimo de confinamento.

Inicialmente pretendeu-se fazer esse tipo de análise considerando inúmeros experimentos. No entanto, em virtude de a maioria dos trabalhos ter sido realizada por um período inferior a 120 dias, limitando-se a 3 ou 4 observações — número de pesagens —, uma vez que os animais são pesados normalmente a cada 28 dias, como também, devido a dificuldade de obtenção de informações sobre alguns trabalhos efetuados, acabou-se por analisar apenas um experimento com quatro tratamentos, recentemente publicado pelo já referido Instituto de Zootecnia (6).

1.1 — Objetivo

O presente trabalho procura determinar o período de confinamento de bovinos de corte, que maximiza a renda líquida do empresário, tendo como base os resultados de um experimento com quatro tratamentos e os preços de produto e de fatores vigentes no segundo semestre de 1973.

2 — METODOLOGIA

2.1 — Experimento Analisado

Para a determinação do período ótimo de confinamento utilizaram-se os dados dos resultados de um experimento sobre engorda de bovinos em idade de abate, em blocos casualizados com 4 repetições, realizado na Estação Experimental de Zootecnia de Nova Odessa, do Instituto de Zootecnia, durante o período de junho a novembro de 1969, cujo objetivo foi comparar as taxas de conversão de quatro tratamentos (6).

Esse experimento foi escolhido pelo fato de ter sido realizado num período de confinamento superior a 140 dias e pela disponibilidade de informações detalhadas; além disso, os alimentos componentes das rações são facilmente produzidos na propriedade rural e/ou encontrados no mercado.

Foram utilizados os seguintes tratamentos: "A" silagem de milho à vontade; "B" silagem de milho à vontade, mais a suplementação de 2kg diários de farelo de torta de algodão; "C" pé de milho seco e desintegrado, à vontade; e "D" pé de milho seco e desintegrado, à vontade, mais suplementação de 2kg diários de farelo de torta de algodão.

2.2 — Período Experimental

O período experimental foi de 148 dias (de 23/06/69 a 18/11/69) nos quais os animais foram pesados no início e fim, depois de cada período de 28 dias, após 12 horas de jejum absoluto. Durante esse tempo foram mantidos dois a dois, em baias semi-cobertas, em condições para proporcionar o maior conforto possível.

Os novilhos, mestiços Nelore-Guzerá, castrados, em número de 32 animais, foram dispostos de modo a se obter a maior homogeneidade possível, dentre os blocos e entre os tratamentos.

Além dos alimentos que constituíram os tratamentos, foram fornecidos aos animais água e sal mineralizado, à vontade, em cochos separados.

A idade média dos animais utilizados no início do confinamento foi de 653 dias.

O quadro 1 apresenta os dados técnicos dos tratamentos do experimento e o quadro 2 as pesagens dos animais, segundo os tratamentos e por período (6).

2.3 — Custos de Confinamento por Tratamento

Para a determinação dos custos para cada tratamento ou ração considerados, utilizou-se a mesma metodologia desenvolvida em "Análise Econômica da Engorda de Bovinos de Corte" por VIEIRA (9). Ou seja, para a estimativa do custo de confinamento por tratamento considerou-se um lote de 500 animais.

No cálculo dos custos foram considerados os serviços dos fatores mão-de-obra, máquinas e equipamentos necessários ao transporte, preparo e manejo do rebanho, bem como os gastos com os ingredientes das rações, sais comum e mineralizado e medicamentos.

Consideraram-se, também, estimativas para depreciação e conservação das instalações, máquinas e equipamentos, que constituem os custos fixos.

O custo total de confinamento estimado apresenta os seguintes custos variáveis: gastos com mão-de-obra, combustível, graxa, lubrificante, consumo de energia elétrica e reparos das máquinas e equipamentos, ingredientes das rações, sais comum e mineral e medicamentos (2).

(2) Para maiores detalhes sobre a estrutura e análise dos custos de confinamento ver VIEIRA (9), trabalho desenvolvido juntamente com este estudo.

QUADRO 1. — Resumo dos Dados Médios Obtidos no Experimento de Confinamento de Bovinos de Corte, Estado de São Paulo, 1969

Item	Tratamento			
	«A»	«B»	«C»	«D»
Número de animais	8	8	8	8
Tempo de observação (dia)	148	148	148	148
Peso médio inicial (kg)	336	337	332	331
Peso médio final (kg)	406	471	404	455
Ganho médio no período (kg)	70	134	72	124
Ganho médio diário (kg)	0,473	0,905	0,486	0,838
Consumo médio diário (kg)	16,78	18,37	8,00	10,68
Conversão das rações	1:35,48	1:20,30	1:16,46	1:12,74
Peso da carcaça fria (kg)	222	260	217	256
Rendimento (%)	55	56	54	58
Coefficiente de variação do ganho de peso (%)	16,8	10,5	5,3	3,6

Fonte: Instituto de Zootecnia.

QUADRO 2. — Pesos Médios Parciais dos Novilhos Durante o Experimento de Confinamento de Bovinos de Corte, Estado de São Paulo, 1969

Pesagem	Período (dia)	Tratamento (kg)			
		«A»	«B»	«C»	«D»
1	0	336	337	332	331
2	8	340	346	335	341
3	36	356	386	346	376
4	64	371	414	365	401
5	92	382	432	377	417
6	120	398	457	395	442
7	148	406	471	404	455

Fonte : Instituto de Zootecnia.

2.4 — Função de Ganho de Peso em Confinamento de Bovinos de Corte

O crescimento de bovinos pode ser descrito através de uma curva sigmóide característica, onde se distinguem duas fases: uma ascendente, começando com a fecundação até a puberdade, e outra de declínio, a partir da puberdade até a maturidade, quando o animal cessa de crescer (8).

A puberdade corresponde, pois, ao ponto de inflexão da curva, ou seja, à idade em que se verifica a máxima velocidade de crescimento. Existem muitas funções que, pelas características próprias, têm sido utilizadas para representar o fenômeno do desenvolvimento ponderal do gado bovino, tais como: Gompertz, Logística, Mitscherlich e Quadrática (1, 3, 7).

Na presente análise interessa somente a fase a partir da puberdade até a maturidade, quando o animal cessa de crescer. Para tanto, a função quadrática é a que tem melhor ajustamento aos dados de ganho de peso na fase assim definida (da puberdade até a maturidade) caracterizada por taxas decrescentes de ganho de peso dos animais.

A justificativa para tal escolha está no fato de que, embora realmente essa função não tenha características de uma curva de crescimento em toda a sua extensão, o ramo esquerdo da parábola côncava em relação ao eixo das abscissas pode ser utilizado para representar o desenvolvimento do animal a partir de certa idade, após ter passado pela desmama e pela fase de adaptação à nova alimentação, antes do início dos experimentos.

No presente trabalho a idade média estipulada foi de 21,7 meses, quando os animais estavam no regime de criação permanente e numa fase de declínio do ritmo de crescimento.

Por outro lado, a função quadrática apresenta-se mais facilmente ajustada, obtendo-se uma equação menos complexa na determinação da idade ótima de abate dos animais.

A partir, portanto, dos valores observados de peso médio dos bovinos em confinamento por tratamento (variável dependente Y, em kg) em diferentes idades (variável independente t, período de pesagem de 28 dias) foi ajustada a seguinte equação:

$$Y = A + Bt + Ct^2 + u \quad (1)$$

onde A, B, C são parâmetros sujeitos às restrições: A e $B > 0$ e $C < 0$, e u representa o erro; para que se tenha característica de uma função de crescimento (5).

A estimativa dos parâmetros da função quadrática foi feita pelo método dos mínimos quadrados, através da regressão múltipla (4).

2.5 — Período Ótimo de Confinamento (3)

$$\text{Seja } Y = F(t) \quad (2)$$

a função de variação do peso de um animal (Y) em kg, com tempo (t) em 28 dias (1, 4).

(3) Para maiores detalhes sobre a dedução matemática das equações que determinam a idade ótima de abate ver CROCOMO (1).

A receita (R) obtida com a venda do animal em um tempo t será :

$$R = p \cdot F(t), \text{ sendo } p \text{ o preço por kg de peso vivo do animal.}$$

Considerando uma taxa de juros com capitalização contínua, por mês, igual a r, o valor atual ($t = 0$) da receita será igual a

$$R_0 = p \cdot F(t) e^{-rt} \quad (3)$$

A função do custo :

$$E = f(t) \quad (4)$$

acumulado até um instante t, refere-se a um animal, sem se considerarem os juros sobre o capital empatado.

Tal função inclui os custos com salários, alimentos fornecidos, medicamentos, etc. Sendo que o valor de E cresce com o decorrer do tempo, tem-se então :

$$f'(t) = \frac{dE}{dt} > 0 \quad (5)$$

Os custos obtidos para um determinado animal, considerando-se os juros, num instante inicial ($t = 0$), serão iguais a: $f'(t) e^{-rt} dt$.

Portanto, o valor atual ($t = 0$) (2) dos custos referentes a um animal, acumulados até o instante t, excluído o investimento K, será igual a :

$$\int f'(t) e^{-rt} dt \quad (6)$$

Considerando um investimento inicial K, em T, correspondente ao valor do animal no início do confinamento, o valor atual ($t = 0$) do investimento inicial será :

$$K_0 = K e^{-rT} \quad (7)$$

O resultado da soma de (6) e (7) dará o valor atual em T ($t = 0$) do custo total (π) de um determinado animal, ou seja :

$$\pi_0 = \int_T^t f'(t) e^{-rt} dt + K e^{-rT} \quad (8)$$

No instante t , o valor do custo total será igual a

$$\pi = e^{rt} \int_T^t f'(t) e^{-rt} dt + K e^{r(t-T)} \quad (9)$$

O valor atual ($t = 0$) da receita líquida (L) obtida será igual a:

$$L_0 = R_0 - \pi_0 = p \cdot F(t) e^{-rt} - \int_T^t f'(t) e^{-rt} dt - K e^{-rT} \quad (10)$$

Para se obter o máximo valor da receita líquida (2) no instante ótimo, para a venda ou abate do animal, deve-se ter:

$$a) \frac{d L_0}{d t} = 0 \quad (11)$$

$$b) \frac{d^2 L_0}{d t^2} < 0 \quad (12)$$

que são as duas condições necessárias e suficientes para um L_0 máximo.

Considerando-se o valor atual da receita líquida (10) a condição necessária para um máximo ficará então:

$$p F'(t) e^{-rt} - rp F(t) e^{-rt} - f'(t) e^{-rt} = 0 \quad (13)$$

ou seja,

$$p F'(t) = rp F(t) + f'(t)$$

Pela equação acima verifica-se que o animal deve ser mantido em confinamento enquanto o valor do produto marginal [$p F'(t)$] for maior que os juros sobre o valor do produto [$rp F(t)$] mais o acréscimo de custo [$f'(t)$].

Considerando a condição suficiente b, tem-se:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 L_0}{dt^2} &= \frac{d}{dt} \{ e^{-rt} [pF'(t) - rpF(t) - f'(t)] \} \\ &= -re^{-rt} [pF'(t) - rpF(t) - f'(t)] + \\ &\quad + e^{-rt} [pF''(t) - rpF'(t) - f''(t)] \end{aligned} \quad (15)$$

O ponto que maximiza o valor atual da receita líquida é igual a :

$$z = p F''(t) - rp F'(t) - f''(t)$$

Se nesse ponto o animal apresenta ganho em peso a taxas decrescentes, isto é,

$$F'(t) > 0 \text{ e } F''(t) < 0 \quad (16)$$

e o custo acumulado estiver crescendo a uma taxa constante, ou crescente, isto é,

$$f''(t) \geq 0 \quad (17)$$

ter-se-ia $z < 0$, satisfazendo a condição suficiente.

Considerando-se agora, a função de custo do tipo :

$$E = f(t) = kt \quad (18)$$

o que significa que os custos (k) por unidade de tempo são considerados independentes da idade e peso do animal, ou seja, são custos constantes, tem-se :

$$f(t) = kt \quad (19)$$

$$f'(t) = k \quad (20)$$

$$f''(t) = 0 \quad (21)$$

o que satisfaz a condição : $f''(t) \geq 0$.

A condição necessária para maximizar o valor atual da receita líquida, substituindo-se (19) em (14), será então :

$$p F'(t) = rp F(t) + k \quad (22)$$

O valor atual do custo total (2) nesse caso, será :

$$\pi_0 = \int_T^t ke^{-rt} dt + Ke^{-rT} \quad (23)$$

$$\pi_0 = \frac{k}{r} (e^{-rT} - e^{-rt}) + Ke^{-rT} \quad (24)$$

Por outro lado, o valor do custo total no instante t é :

$$\pi = \pi_0 e^{rt} = \frac{k}{r} (e^{-rT} - e^{-rt}) e^{rt} + Ke^{-rT} \cdot e^{rt} \quad (25)$$

$$\pi = \frac{k}{r} (e^{r(t-T)} - 1) + Ke^{r(t-T)} \quad (26)$$

O valor atual da receita líquida será :

$$L_0 = R_0 - \pi_0 = p F(t) e^{-rt} - \frac{k}{r} (e^{r(t-T)} - e^{-rt}) - Ke^{-rT} \quad (27)$$

O valor em T , isto é, no instante em que é feito o investimento K , da receita líquida é :

$$L_T = p F(t) e^{-r(t-T)} - \frac{k}{r} (1 - e^{-r(t-T)}) - K \quad (28)$$

Analisando a função quadrática, tem-se que :

$$F(t) = A + Bt + Ct^2 \quad (29)$$

daí,

$$F'(t) = B + 2Ct \quad (30)$$

$$F''(t) = 2C \quad (31)$$

Para $C < 0$ tem-se :

$$F''(t) < 0$$

e para ter $F'(t) > 0$, deve-se, então, ter :

$$B + 2Ct > 0$$

$$t < -\frac{B}{2C} \quad (32)$$

Para determinar a idade de abate que maximiza o valor atual da receita líquida substitui-se (29) e (30) em (22), obtendo-se :

$$p(B - rA) - k + p(2C - rB)t - rpCt^2 = 0 \quad (33)$$

Resolvendo esta equação de segundo grau em t , só se poderá aceitar a raiz que de acordo com (32) seja menor que a abscissa do vértice da parábola.

A receita líquida atual no instante T ($t = 0$) será dada por :

$$L_T = p (A + Bt + Ct^2) e^{-r(t-T)} - \frac{k}{r} (1 - e^{-r(t-T)}) - K \quad (34)$$

2.6 — Preços e Taxa de Juros Utilizados

Consideram-se como valor p três níveis de preços de boi gordo, obtidos a partir dos preços recebidos pelos agricultores, no Estado de São Paulo, no período de entressafra, fornecidos pelo IEA e relativos aos meses de setembro a novembro de 1973. Esses preços referem-se à carcaça dos animais e para se ter o preço equivalente em peso vivo considerou-se um rendimento de carcaça igual a 54%.

Os preços considerados foram os seguintes :

$P_1 = 0,54. 6,67 = \text{Cr}\$3,60$ ou $\text{Cr}\$100,00/\text{arroba}$ de peso morto,

$P_2 = 0,54. 7,67 = \text{Cr}\$4,14$ ou $\text{Cr}\$115,00/\text{arroba}$ de peso morto,

$P_3 = 0,54. 8,67 = \text{Cr}\$4,68$ ou $\text{Cr}\$130,00/\text{arroba}$ de peso morto.

Para a taxa de juros (r) o valor foi o usual, ou seja, $r = 0,01$ ao mês.

Os preços dos insumos utilizados se referem aos preços de mercado do segundo semestre do ano de 1973.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 — Custos de Confinamento de Bovinos de Corte para os Tratamentos do Experimento Selecionado

Os quadros 3, 4, 5 e 6 apresentam os custos calculados para um lote de 500 animais engordados em regime de confinamento, bem como o custo médio diário por animal, respectivamente, tratamentos "A", "B", "C" e "D".

QUADRO 3. — Estimativa de Custo Diário de Engorda de Gado Bovino para 500 Animais em Confinamento, com Silagem de Milho, Tratamento «A», Estado de São Paulo, 1973

Item	Unidade	Quantidade	Valor (Cr\$)	
			Unitário	Total
Custo operacional				
Mão-de-obra	dH	3,00	14,00	42,00
Trator	hora	4,00	10,32	41,28
Carreta	hora	4,00	1,30	5,20
Silagem de milho	t	8,39	38,00	318,82
Sal comum	kg	15,00	0,30	4,50
Sal mineral	kg	0,75	3,00	2,25
Medicamentos				8,00
Depreciação e conservação de instalações				61,00
Custo operacional do total diário				483,05
Custo operacional do total diário/cabeça				0,97

Fonte : Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 4. — Estimativa de Custo Diário de Engorda de Gado Bovino para 500 Animais, em Confinamento, com Silagem de Milho e Farelo de Torta de Algodão, Tratamento «B», Estado de São Paulo, 1973

Item	Unidade	Quantidade	Valor (Cr\$)	
			Unitário	Total
Custo operacional				
Mão-de-obra	dH	3	14,00	42,00
Trator	hora	4	10,32	41,28
Carreta	hora	4	1,30	5,20
Silagem de milho	t	8,68	38,00	329,84
Torta de algodão	t	1,00	850,00	850,00
Sal comum	kg	15	0,30	4,50
Sal mineral	kg	0,75	3,00	2,25
Medicamentos				8,00
Depreciação e conservação de instalações				61,00
Total				1.344,07
P/cabeça				2,69

Fonte : Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 5. — Estimativa de Custo Diário de Engorda de Gado Bovino para 500 Animais, em Confinamento, com Pé de Milho Seco e Desintegrado, Tratamento «C», Estado de São Paulo, 1973

Item	Unidade	Quantidade	Valor (Cr\$)	
			Unitário	Total
Custo operacional				
Mão-de-obra	dH	3,00	14,00	42,00
Trator	hora	3,00	10,32	30,96
Carreta	hora	3,00	1,30	3,90
Desintegrador	hora	5,00	1,50	7,50
Pé de milho desintegrado	t	4,00	136,00	544,00
Sal comum	kg	15,00	0,30	4,50
Sal mineral	kg	0,75	3,00	2,25
Medicamentos				8,00
Depreciação e conservação de instalações				61,00
Total				704,11
P/cabeça				1,41

Fonte : Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 6. — Estimativa de Custo Diário de Engorda de Gado Bovino, para 500 Animais, em Confinamento, com Pé de Milho Seco e Desintegrado e Farelo de Torta de Algodão, Tratamento «D», Estado de São Paulo, 1973

Item	Unidade	Quantidade	Valor (Cr\$)	
			Unitário	Total
Custo operacional				
Mão-de-obra	dH	3,00	14,00	42,00
Trator	hora	3,50	10,32	36,12
Carreta	hora	3,50	1,30	4,55
Desintegrador	hora	5,00	1,50	7,50
Pé de milho desintegrado	t	4,34	136,00	590,24
Torta de algodão	t	1,00	850,00	850,00
Sal comum	kg	15,00	0,30	4,50
Sal mineral	kg	0,75	3,00	2,25
Medicamentos				8,00
Depreciação e conservação de instalações				61,00
Total				1.606,16
P/cabeça				3,21

Fonte : Instituto de Economia Agrícola.

Os gastos com sal, comum e mineralizado, medicamentos e as estimativas para a depreciação e conservação das instalações são os mesmos para todos os tratamentos, uma vez que o número de animais considerados não difere entre os tratamentos.

O uso do desintegrador aparece nos tratamentos "C" e "D", devido ao preparo do pé de milho seco e desintegrado.

O preço do pé de milho seco foi estimado com base no preço de venda no mercado do milho em grão. Admitiu-se que neste preço estejam incluídas as operações de colheita e transporte do pé de milho até o depósito e a correspondente produção de grãos. Considerando um preço médio de Cr\$24,00 o saco de 60kg (ano de 1973), estimou-se o preço de Cr\$136,00 a tonelada de pé de milho seco, posto no depósito junto ao desintegrador.

Os preços dos demais insumos ou serviços de fatores são os mesmos utilizados por VIEIRA (9) em seus cálculos.

A análise dos resultados mostra uma acentuada diferença entre os custos calculados. Os tratamentos, com ração em que se inclui farelo de torta de algodão, são os que apresentam custos mais elevados, isto é, Cr\$2,69 e Cr\$3,21/dia/cabeça, respectivamente, tratamentos "B" e "D" (quadros 4 e 6).

Os tratamentos "A" e "C" são os que apresentam custos médios diários, por animal, mais baixos, da ordem de Cr\$0,97 e Cr\$1,41, respectivamente (quadros 3 e 5).

Por outro lado, nota-se que os tratamentos "C" e "D", com pé de milho seco desintegrado, apresentam seus custos onerados pelo preço deste alimento, comparativamente aos tratamentos "A" e "B", cujas rações se baseiam no volumoso silagem de milho, de preço relativamente baixo.

Dos vários itens considerados na composição dos custos calculados, sobressaem os gastos com as rações, que chegam a representar 65,88% do custo total do tratamento "A", e entre 77,17% e 89,30%, para os demais tratamentos.

Daí resulta a importância de se determinar o período de confinamento, visto que as rações, em última análise, determinam os níveis dos custos de confinamento e, dependendo do ganho em peso que proporcionam, irão determinar a margem de rentabilidade dessa atividade.

3.2 — Ajustamento da Função Quadrática por Tratamento

Com base nos pesos médios dos animais, calculados cada 28 dias, ajustou-se uma função quadrática para cada tratamento.

Assim, estimou-se para cada um dos tratamentos os parâmetros (\hat{A} , \hat{B} , \hat{C}) e seus respectivos desvios-padrões, coeficientes de determinação (R^2) e o valor do teste "F".

As equações estimadas (⁴) foram as seguintes :

a) Tratamento "A"

$$\hat{Y} = 322,7995 + 17,8431 t - 0,6428 t^2$$

(1,9760) (0,2763)

$$R^2 = 0,9972 \text{ e } F = 549,09 ;$$

b) Tratamento "B"

$$\hat{Y} = 308,3995 + 42,2073 t - 2,5357 t^2$$

(4,3612) (-4,1576)

$$R^2 = 0,9961 \text{ e } F = 385,53 ;$$

c) Tratamento "C"

$$\hat{Y} = 317,5996 + 16,1501 t - 0,25 t^2$$

(3,3265) (-0,5374)

$$R^2 = 0,9933 \text{ e } F = 224,70 ;$$

d) Tratamento "D"

$$\hat{Y} = 308,5996 + 36,1502 t - 1,9643 t^2$$

(4,3010) (0,6014)

$$R^2 = 0,9954 \text{ e } F = 330,39$$

Para todos os tratamentos os valores de F são significativos ao nível de 1%.

O alto valor do coeficiente de determinação (R^2), em torno de 0,99, demonstra o bom ajustamento obtido. No entanto, as equações estimadas apresentam algumas restrições em função do número de observações utilizadas, cerca de 6 pesagens.

(⁴) Os valores entre parênteses constituem os desvios-padrões dos parâmetros.

O coeficiente de regressão B é significativo ao nível de 1% para todos os tratamentos, enquanto que o coeficiente de regressão C é significativo ao nível de 5% para os tratamentos "B" e "D" e não significativo nos demais.

As figuras 1, 2, 3 e 4 permitem visualizar o ajustamento obtido para cada tratamento, bem como o desempenho dos animais no confinamento.

Os valores observados e os estimados para Y são fornecidos pelo quadro 7.

3.3 — Período Ótimo de Confinamento

Admitindo-se que o empresário deseja maximizar o valor atual da receita líquida, os bovinos deverão ser mantidos no sistema de engorda, em regime de confinamento, enquanto o valor do produto marginal for maior que a soma dos juros sobre o valor do produto e o acréscimo de custo.

Considerando-se constante o custo total diário por bovino, a taxa de juros e a ração por tratamento, a idade ótima de abate será uma função do ganho de peso proporcionado pela ração e do preço do boi gordo aos produtores.

Assim, os quadros 8 e 9 apresentam os diferentes períodos ótimos de confinamento para cada tratamento, considerando três níveis de preço de boi gordo, a saber Cr\$3,60, Cr\$4,14 e Cr\$4,68/kg de peso vivo.

Verifica-se para os tratamentos "A" e "C", com rações de menores custos diários por cabeça e com menores ganhos de peso diários, um período ótimo de confinamento superior aos do tratamento "B" e "D", os quais apresentam os mais elevados custos diários e altas taxas de ganho de peso.

Um acréscimo de 30% no preço do boi gordo desloca a idade ótima de confinamento de 35, 26, 92 e 39 dias, respectivamente para os tratamentos "A", "B", "C" e "D".

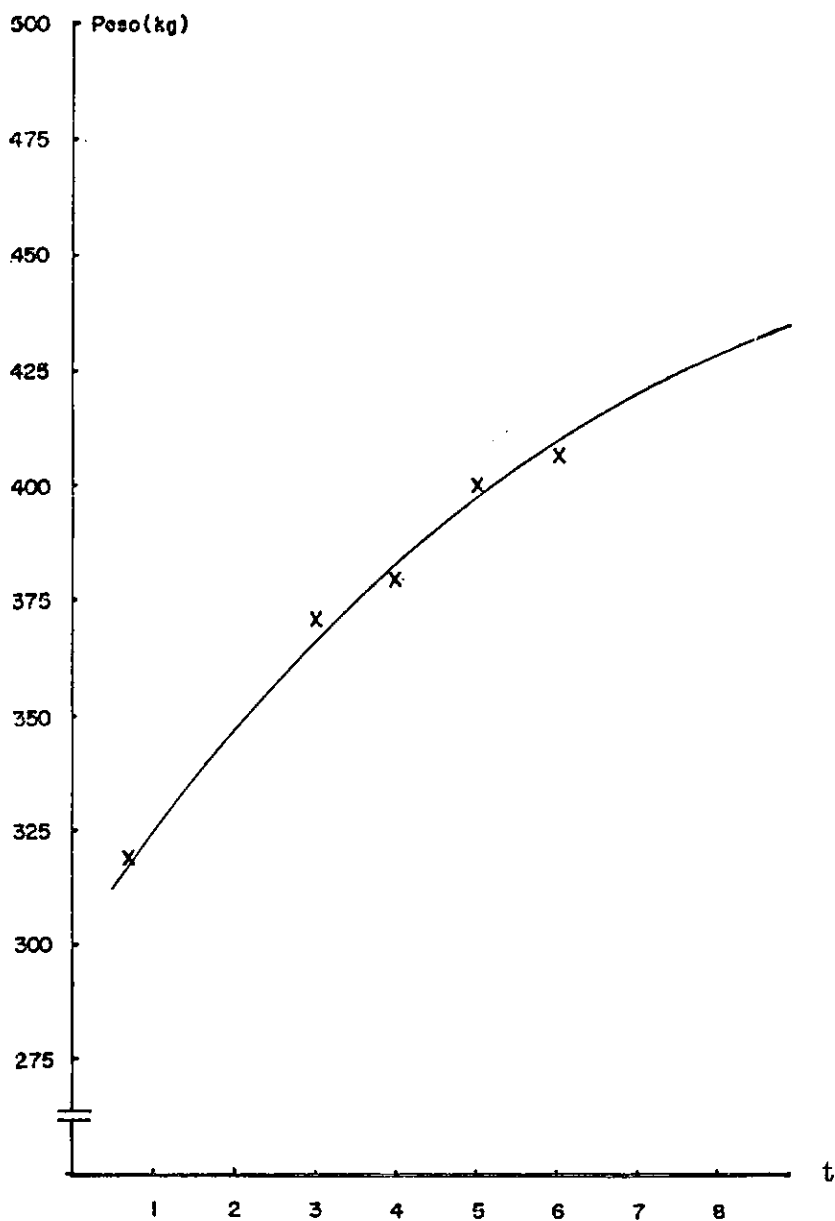


FIGURA 1. — Ganho de Peso em Bovinos Submetidos a Confinamento com Silagem de Milho à Vontade («A»), Estado de São Paulo, 1974.

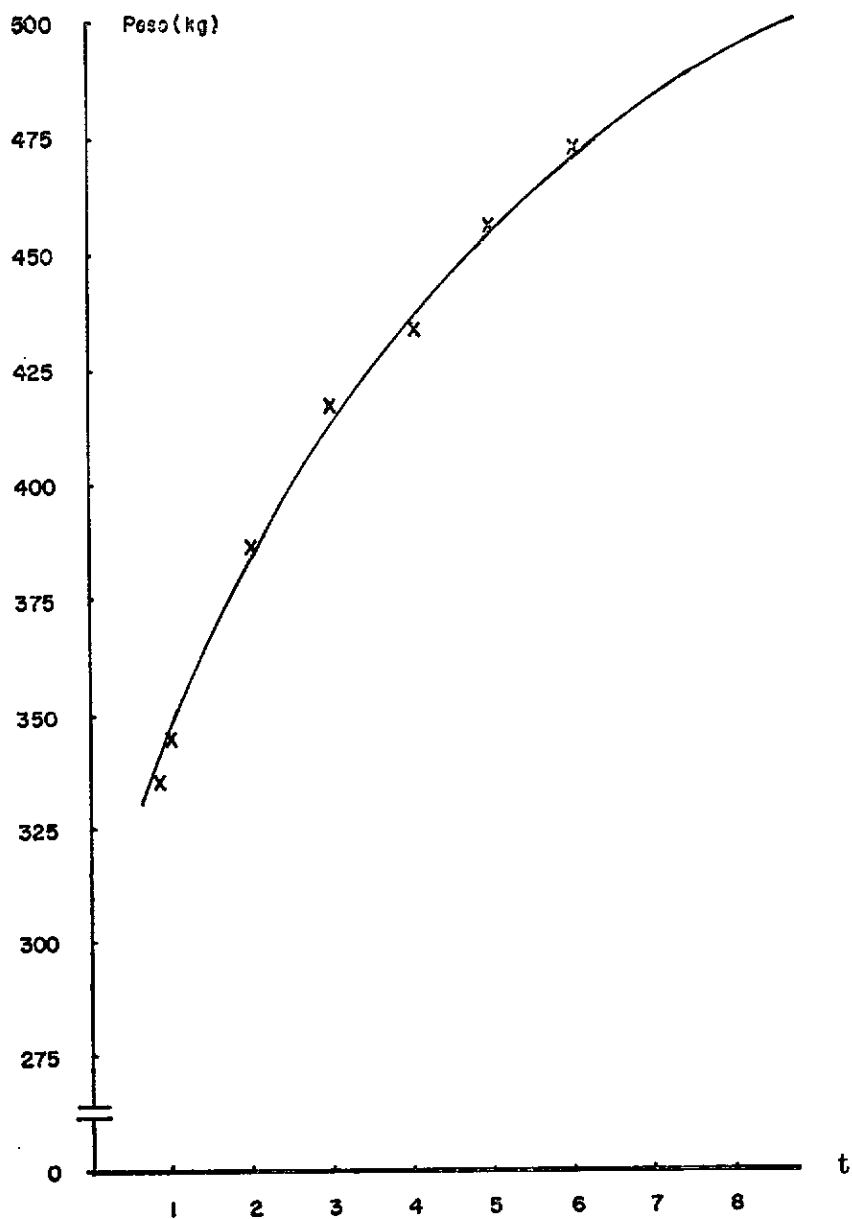


FIGURA 2. — Ganho de Peso em Bovinos Submetidos a Confinamento com Silagem de Milho à Vontade e Farelo de Torta de Algodão («B»), Estado de São Paulo, 1974.

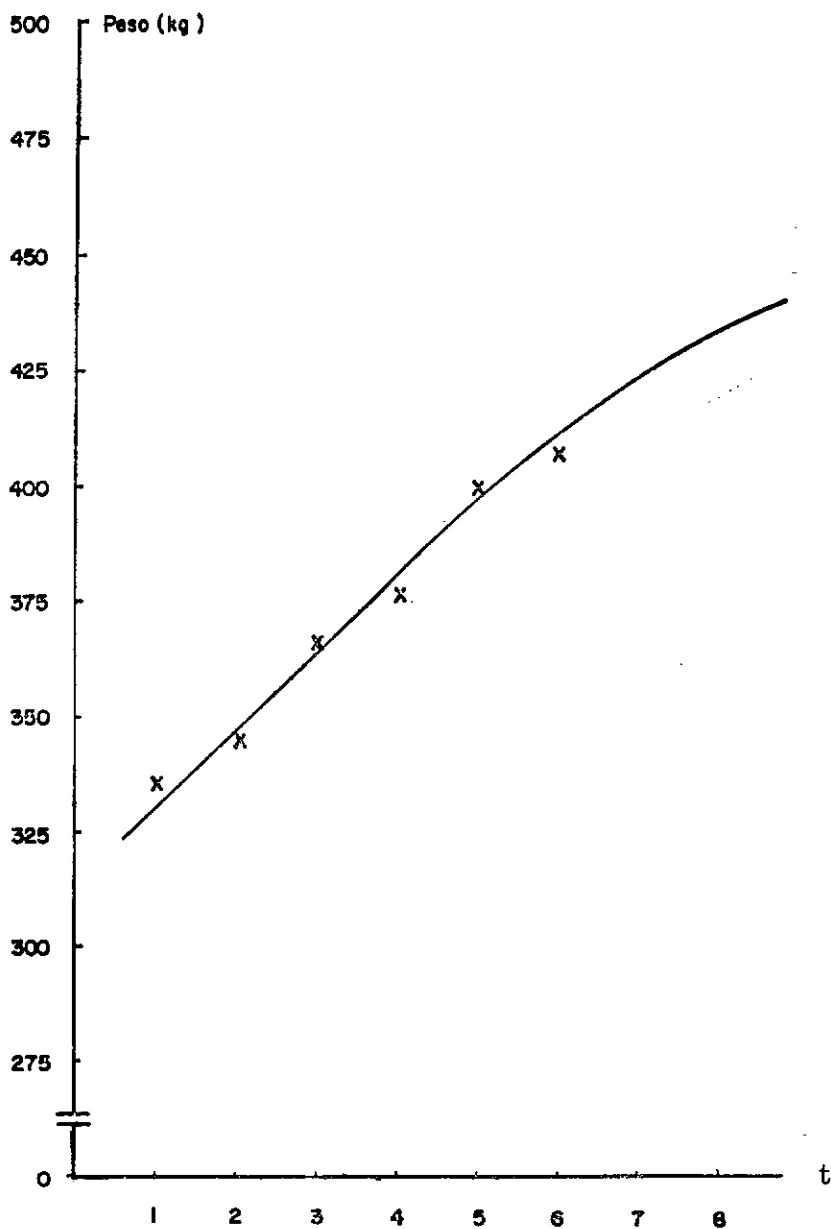


FIGURA 3. — Ganho de Peso em Bovinos Submetidos a Confinamento com Pé de Milho Seco Desintegrado à Vontade («C»), Estado de São Paulo, 1974.

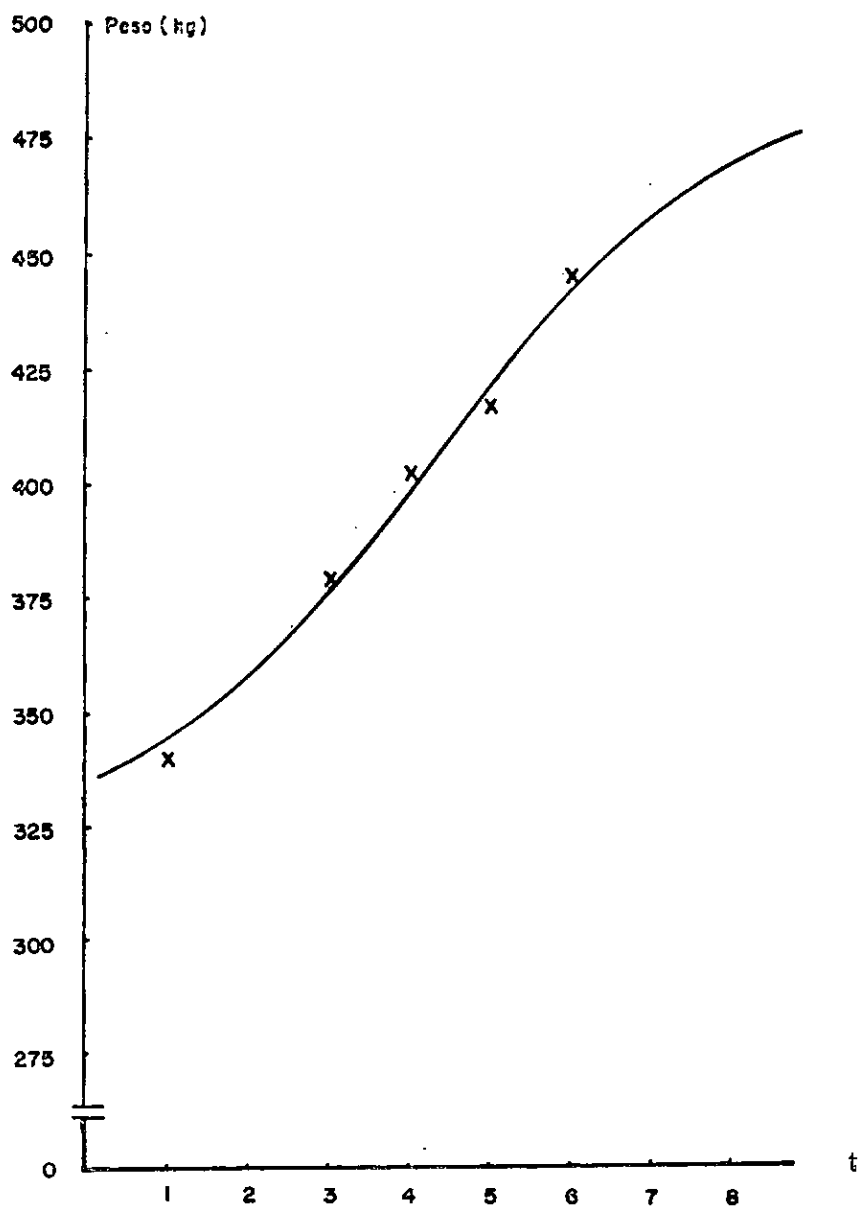


FIGURA 4. — Ganho de Peso em Bovinos Submetidos a Confinamento com Pé de Milho Seco Desintegrado à Vontade e Farelo de Torta de Algodão («D»), Estado de São Paulo, 1974.

QUADRO 7. — Pesos Médios Observados e Calculados na Engorda de Bovinos em Confinamento, em Cada Tratamento, Estado de São Paulo, 1974 (kg)

Pesagem	Tratamento							
	«A»		«B»		«C»		«D»	
	Y obs.	\hat{Y}	Y obs.	\hat{Y}	Y obs.	\hat{Y}	Y obs.	\hat{Y}
1	336	335	337	337	332	329	331	333
2	340	340	346	348	335	333	341	343
3	356	356	386	383	346	349	376	373
4	371	370	414	412	365	364	401	399
5	382	384	432	437	377	378	417	422
6	398	396	457	456	395	392	442	440
7	406	407	471	470	404	405	455	455

Fonte : Y observado, do Instituto de Zootecnia; \hat{Y} , calculado a partir das regressões ajustadas.

QUADRO 8. — Preços de Venda de Boi Gordo, Custo Total Diário, Período Ótimo, Renda Líquida Atual, Pesos Finais dos Bovinos Engordados e Ganhos de Peso por Período de Confinamento para os Tratamentos «A» e «B», Estado de São Paulo, 1973

Preço do boi (1) Cr\$/kg	Tratamento									
	«A»					«B»				
	Custo total (Cr\$/dia)	Período ótimo (t = dias)	RL (2) (Cr\$)	Peso final ($Y_t = \text{kg}$)	Ganho de peso $Y_t - Y_0 = \text{kg}$	Custo total (Cr\$/dia)	Período ótimo (t = dias)	RL (2) (Cr\$)	Peso final ($Y_t = \text{kg}$)	Ganho de peso $Y_t - Y_0 = \text{kg}$
3,60	0,97	138	149,41	395	59	2,69	94	257,76	422	85
4,14	0,97	158	371,56	403	67	2,69	109	518,71	434	97
4,68	0,97	173	591,48	408	72	2,69	120	775,31	442	105

(1) Preço recebido pelos agricultores, em peso vivo.

(2) Renda líquida atual (em cruzeiro de novembro de 1973).

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 9. — Preços de Venda de Boi Gordo, Custo Total Diário, Período Ótimo, Renda Líquida Atual, Pesos Finais dos Bovinos Engordados e Ganhos de Peso por Período de Confinamento para os Tratamentos «C» e «D», Estado de São Paulo, 1973

Preço do boi (1) Cr\$/kg	Tratamento									
	«C»					«D»				
	Custo total (Cr\$/dia)	Período ótimo (t = dias)	RL (2) (Cr\$)	Peso final (Y _t = kg)	Ganho de peso Y _t - Y ₀ = kg	Custo total (Cr\$/dia)	Período ótimo (t = dias)	RL (2) (Cr\$)	Peso final (Y _t = kg)	Ganho de peso Y _t - Y ₀ = kg
3,60	1,41	86	69,45	365	33	3,23	52	98,17	369	38
4,14	1,41	149	348,95	396	64	3,23	74	365,42	390	59
4,68	1,41	201	621,53	421	89	3,23	91	663,19	405	74

(1) Preço recebido pelos agricultores, em peso vivo.

(2) Renda líquida atual (em cruzeiro de novembro de 1973).

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

Verifica-se que os tratamentos com rações de preço elevado, não obstante apresentarem altas taxas de ganho de peso, em torno de 0,900 kg/dia, são os que figuram com menor período de confinamento. Assim, a idade ótima de abate dos tratamentos "B" e "D", que varia, respectivamente, de 94 a 120 dias e 52 a 91 dias, é bastante inferior a dos tratamentos "A", que oscila entre 138 e 173 dias, e do "C", que varia de 86 a 201 dias, conforme os preços considerados.

Constata-se que o período ótimo de confinamento depende da curva de ganho de peso por dia dos animais confinados, do preço de mercado de boi gordo e do custo marginal.

A medida que se utiliza uma ração de boa palatabilidade e com altos níveis de proteína digestiva e NDT, normalmente de preço elevado, a determinação do período ótimo de confinamento torna-se ainda mais importante, visto que a permanência dos animais em confinamento além do tempo ótimo irá comprometer a rentabilidade do empreendimento.

4 — CONCLUSÕES

A partir dos resultados relativos aos custos médios diários por animal confinado e aos ganhos médios de peso e considerando-se o período de confinamento de 148 dias, conclui-se que, dos quatro tratamentos considerados, o tratamento "A", exclusivamente silagem de milho, com menor ganho médio em peso (0,253 kg de peso morto) e custo médio diário por animal (Cr\$0,97), é o que apresenta o mais baixo custo por quilograma de carne produzida, cerca de Cr\$3,80.

Em seguida, vem o tratamento "C" com o custo de Cr\$5,37 por quilograma de carne produzida. Observa-se que este tratamento também apresentou baixo ganho em peso (0,262 kg de peso morto), enquanto que o custo médio diário por animal (Cr\$1,41) é relativamente alto, devido ao preço do pé de milho seco desintegrado, componente exclusivo da ração deste tratamento.

Por outro lado, os outros dois tratamentos, cujas rações foram balanceadas com a torta de algodão, apesar de apresentarem ganhos em peso quase duas vezes superiores àqueles sem este alimento protéico, são, contudo, os que apresentam custos mais elevados por quilograma de carne produzida, em virtude do preço da

torta de algodão. Ou seja, respectivamente, Cr\$5,50 e Cr\$7,15 por quilograma de carne, para os tratamentos "B" e "D".

Considerando-se para a entressafra do ano de 1973, um preço médio de venda de boi gordo de Cr\$100,00/arroba, ou seja, Cr\$6,67/kg de carcaça, tem-se a seguinte ordem de rentabilidade para os tratamentos considerados: "A", "C" e "B". A este nível de preço, o tratamento "D" apresenta-se com prejuízo.

Verificou-se que os gastos com a alimentação do rebanho são os que mais oneram o custo da produção de carne de animais confinados chegando a constituir mais de 87% do custo total dos tratamentos em que entra torta de algodão ("B" e "D"), ou respectivamente, 65,88% e 77,17% do custo total dos tratamentos "A" e "C", cujas rações não incluem aquele alimento protéico.

Os resultados relativos aos períodos ótimos de confinamento indicam períodos inferiores àquele de 148 dias utilizado no experimento selecionado, considerando um preço de venda de boi gordo de Cr\$3,60/kg de peso vivo. Ou seja, 138, 94, 86 e 52 dias, respectivamente, para os tratamentos "A", "B", "C" e "D". Quando se considera um acréscimo de 30% no preço do boi gordo, estes períodos chegam a atingir 173, 120, 201 e 91 dias.

O tratamento "A", de menores ganhos em peso e custo diário por animal, é o que apresenta período ótimo de confinamento mais longo, quando se considera o preço de Cr\$3,60/kg de peso vivo. Enquanto que a este nível de preço, o tratamento "C", também de baixo ganho em peso, apresenta período ótimo relativamente pequeno, pelo fato de possuir alto custo diário por animal.

O confronto dos resultados dos tratamentos com rações sem torta de algodão ("A" e "C") com aqueles em que as rações foram balanceadas com este alimento ("B" e "D") permite concluir que a sua inclusão reduz o período ótimo de confinamento. Isso decorre do elevado preço deste alimento, mas, visto que os ganhos em peso proporcionados por estes ingredientes são bastante elevados, a redução do período ótimo de confinamento está, também, associada ao fato de que os animais atingem a fase de ganhos em peso nulo ou bastante pequeno com idade mais precoce.

Considerando um custo de reposição do animal para confinamento em Cr\$1.200,00, que corresponde a um preço de Cr\$3,60 por quilo de peso vivo, determinou-se o valor atual da renda líquida.

A esses níveis de preço para a venda de animais gordos tem-se que o tratamento "B" foi o que apresentou melhores resultados, seguido pelo tratamento "A". No segundo nível de preço estipulado, Cr\$4,14/kg de peso vivo, os resultados continuam melhores para os dois primeiros tratamentos. Somente quando se considera o preço de venda igual a Cr\$4,68, o tratamento "C" se coloca em segundo lugar de acordo com a renda líquida atual.

Todos os tratamentos apresentaram valor da renda líquida atual positivo, sendo que, quando se fixa o primeiro nível de preço, este valor é relativamente baixo para os tratamentos "C" e "D" (quadros 8 e 9).

A utilização de ingrediente de elevado preço e que proporciona altos ganhos em peso tende a reduzir o período ótimo de confinamento.

Assim, nesses casos, a preocupação do empresário em determinar o período ótimo de confinamento torna-se mais importante, uma vez que a permanência dos animais em confinamento além do ótimo, por menor que seja, comprometerá o sucesso do empreendimento. Em contraposição, o uso de ingredientes de baixo preço, normalmente de baixo ganho em peso, proporciona período de confinamento maior, permitindo a permanência dos animais por mais tempo, sem provocar grandes prejuízos aos empresários.

Convém frisar que, para se desenvolver estudos econômicos de confinamento de bovinos para abate, visando obter as funções de ganho de peso para diversas rações, é necessária a introdução de modificações nos métodos experimentais utilizados, a fim de aumentar o período de observação para, pelo menos, 140 dias e efetuar pesagens a cada 14 dias em vez de 28 dias, como são realizadas atualmente. Ao mesmo tempo, vale lembrar que a elaboração de experimentos visando à substituição de componentes das rações em diferentes níveis constituem informações importantes para os empresários que pretendem dedicar-se a estas atividades, em função da substituição de fontes de elementos nutritivos, de acordo com os seus preços de mercado, visando a obter uma minimização nos custos das rações.

OPTIMUM FEEDLOTS PERIOD FOR BEEF CATTLE

SUMMARY

The purpose of this research is to determine the feedlots period for beef cattle which maximizes the farmer's net income based on the results of an experiment with four treatments, using average prices for the second semester of 1973.

The analyzed experiment has been performed by the Instituto de Zootecnia, of the State of São Paulo, with the following treatments :

- «A» — corn silage without limit;
- «B» — corn silage without limit, plus 2kg of cotton seed meal daily;
- «C» — ground corn fodder without limit;
- «D» — ground corn fodder without limit, plus 2kg of cotton seed meal daily.

Based on the results of the experiment, average daily costs per animal, and average weight gains it was concluded that treatment «A» showed the lowest cost per kg of meat; the second was treatment «C». Treatments «B» and «D», which used cotton seed meal, showed higher costs per unit, though presenting higher weight gains than treatments without this source of protein.

With regard to the optimum confinement period, the results showed shorter periods than the 148 days used in the experiment, considering a sale price of Cr\$ 3.60/kg (live weight); the results were 138, 94, 86 and 52 days, respectively, for treatments A, B, C and D.

All treatments presented a positive value of net income, at the price of Cr\$ 3,60/kg (live weight) or Cr\$ 100.00/15kg (carcass weight), in November 1973.

The optimum feedlots period was selected with the use of a quadratic function, which showed the best adjustment to data on weight gains for bovine animals.

LITERATURA CITADA

1. CROCOMO, Celso Roberto. Análise econométrica do crescimento ponderal de gado bovino, canchim, nelore, charoles. Piracicaba, SP. ESALQ/USP, 1973 (Tese de mestrado).
2. FARO, Clovis de. Engenharia econômica, elementos. Rio de Janeiro, APEC, 1972.
3. HOFFMANN, Rodolfo. Regressão assintótica. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1972 (mimeo).

4. HOFFMANN, Rodolfo & THAME, Antonio Carlos de M. Determinação de idade ótima para primeiro desbaste em povoamento de *Pinus caribae*. Piracicaba, SP, Convênio ESCO-MA/ESALQ, 1970 (mimeo).
5. JOHNSTON, J. Métodos econométricos. São Paulo, Atlas, 1971.
6. MATTOS, João Carlos Aguiar de. Estudo comparativo entre silagem de milho e planta seca e desintegrada (hastes, folhas e espigas) na recria e engorda em confinamento de bovinos de corte. Bol. Ind. Animal, 30 (1):17-50, jan./jun. 1973.
7. MISCHAN, Marta Maria. Análise econométrica do crescimento de gado bovino. Botucatu, SP, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 1972 (Tese de doutoramento).
8. TUNDISI, Alfonso G. A. Estimativas do sucesso econômico da produção de novilhos gordos, face à administração de rações. Zootecnia, 4(1): 31-39, jan./mar. 1966.
9. VIEIRA, Claudio Afonso. Análise econômica da engorda de bovinos de corte. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1975 (Relatório parcial do Projeto IEA/2).