

ESTABILIDADE SOB CONGELAMENTO DA CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS COM LIPÍDIOS PROTEGIDOS CONTRA A BIOIDROGENAÇÃO RUMINAL ^{1/}

Romeu Gama do Carmo ^{2/}
Alonso Salustiano Pereira ^{3/}
José Benício Paes Chaves ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Grande parte do organismo animal é constituída de tecido muscular. O tecido muscular do animal assemelha-se muito ao do corpo humano, é altamente digestível, de fácil e rápida assimilação e apresenta alto valor biológico (41). No entanto, a carne e produtos derivados contêm não apenas nutrientes essenciais à saúde, mas também outras substâncias, dentre as quais o colesterol e as nitrosaminas, que são mencionadas com certa reserva (35).

Apesar das centenas de artigos sobre metabolismo de gordura e colesterol dietético, não se sabe com certeza se, no homem, os ácidos graxos saturados são capazes de causar elevação de colesterol sérico ou se os ácidos graxos insaturados podem reduzi-lo (22). Contudo, parece haver correlação entre altos níveis de triglicerídios e colesterol no soro sangüíneo e alta incidência de arteriosclerose coronária, causa principal de todas as alterações cardiovasculares (28, 29).

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 15-04-1982. Projeto n.º 4.1942, do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

^{2/} Departamento de Medicina Veterinária — FUFEMS. 79100 Campo Grande, MS.

^{3/} Departamento de Tecnologia de Alimentos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

Seres humanos nutridos com ácidos graxos polinsaturados, oriundos de ruminantes alimentados com lipídios protegidos contra a hidrogenação ruminal, apresentaram decréscimo de 5,5% no valor do colesterol, quando comparado com acréscimo de 4,0% na dieta saturada (22).

A composição e as características da gordura de aves e suínos são reflexos da ingestão dietética. Segundo vários trabalhos de Marion e Woodroof (1963, 1965 e 1966), citados por PEREIRA (36), cada tecido corporal tende a refletir a composição em ácidos graxos da gordura incluída na dieta.

Parte da gordura corporal dos ruminantes é originária da gordura dietética. Entretanto, ao contrário do que ocorre com as aves e suínos (38), os ácidos graxos da gordura depositada não refletem a composição da gordura dietética. Embora, para os ruminantes, os ácidos graxos dietéticos sejam geralmente insaturados, durante a digestão sofrem hidrogenação substancial pelos microrganismos do rúmen, sendo convertidos em formas mais saturadas (39). Assim, a simples inclusão de óleos polinsaturados nas rações para ruminantes não aumenta significativamente sua proporção na gordura corporal (18).

Diversas técnicas de proteção dos ácidos graxos insaturados contra a bioidrogenação ruminal têm sido estudadas (11, 12, 17, 23, 24), buscando a utilização da carne na formulação de dietas humanas em esquemas terapêuticos ou em pesquisas da nutrição humana (5, 13, 22).

O uso de formaldeído em rações para ruminantes resultou em deposição de ácidos graxos insaturados na gordura corporal (1), no sangue e na gordura subcutânea (21), nos tecidos corporais, principalmente nos mais profundos (21), bem como na gordura do leite (5).

A conservação de carnes pelo frio, durante períodos maiores, é limitada pela autooxidação (ranço oxidativo) da gordura intramuscular (19, 30), que reduz suas qualidades organolépticas (10, 37). Quanto mais elevada for a proporção de ácidos graxos insaturados na gordura intramuscular e quanto maior for seu grau de insaturação, maior será a tendência ao ranço oxidativo e, conseqüentemente, menor será o período de conservação da carne, ainda que congelada (15).

FOX *et alii* (16), com músculo de suíno pálido, mole, exsudativo (PSE), obtiveram maior valor, no teste do ácido tiobarbitúrico (TBA), que com músculo de suíno normal. A causa de ser essa taxa de oxidação mais elevada é confusa, mas pode ser conseqüência da diferença do pH, segundo afirma KESKINEL (26). LIU e WATTS (32), estudando carne bovina, obtiveram evidências de que a oxidação lipídica é catalisada por hemeproteína e ferro não heme. LEE *et alii* (31) confirmaram tal fato, ao utilizarem carne de galinha em experimento para caracterizar o mecanismo da oxidação e a importância dos referidos catalisadores, que podem ser diferenciados por sua relativa atividade em valores de pH diferentes.

A oxidação lipídica é uma reação extremamente complexa, mas, com base nos fatores como composição lipídica, absorção de oxigênio, formação intermediária de peróxido, produtos finais da reação ou produtos de decomposição de peróxido, torna-se possível determinar a estabilidade dos alimentos. Segundo ERICKSON (9), a instabilidade da gordura, além da oxidação, poderia incluir reações hidrolíticas, com subseqüentes liberações de ácidos graxos livres, que podem ser determinados e correlacionados com algum tipo de avaliação organoléptica.

SHERWIN (42) descreveu uma variedade de técnicas para determinar o ranço nas gorduras e óleos. Dentre essas técnicas, com mais freqüência, citam-se: índice de acidez, índice de peróxido, número de ácido tiobarbitúrico (TBA), avaliação organoléptica e teste de Kreis.

Um dos métodos mais usados para determinação do ranço oxidativo de ali-

mentos que contêm gordura é o teste do ácido tiobarbitúrico (TBA). O teste TBA é uma técnica analítica colorimétrica, na qual é medida a absorbância de um cromogêneo rosa, formado entre TBA e malonaldeído (25, 40, 44). O malonaldeído é, provavelmente, um produto secundário de oxidação, derivado de aldeídos insaturados, que resultam da clivagem de hidroperóxidos (10) e contribuem somente com uma pequena parte do total do complexo do odor (44). Muitos pesquisadores que têm correlacionado valor de TBA com avaliação organoléptica têm dosado o cromogêneo rosa desenvolvido a 532 nm, atribuído primariamente à presença de malonaldeído (25, 33, 37, 43, 46, 47). Contudo, outros têm notado a presença de um pico na região 452 nm, com coloração amarela (25, 46). No entanto, tal absorção a 452 pode ser atribuída ao produto de reação do TBA com aldeídos (45). Também, de acordo com Kwon *et alii*, citados por RHEE (40), tal fato pode ocorrer em consequência da liberação, pelo calor, de malonaldeído, no seu estado de ligação com proteínas.

TARLADGIS *et alii* (45) estudaram condições nas quais a estrutura do TBA poderia ser alterada por causa das alterações hidrolíticas ou oxidativas. Os resultados indicaram que, para o desenvolvimento do teste TBA, visando à determinação do malonaldeído nos alimentos, não há necessidade do tratamento ácido-quente, conforme a técnica desenvolvida anteriormente por TARLADGIS *et alii* (44).

Os efeitos da alimentação de novilhos azebuados em fase de acabamento com dieta que continha farelo e óleo de soja, protegidos com formaldeído, foram estudados por MARTINEZ (34), por meio da composição em ácidos graxos da gordura depositada (perianal, intramuscular e subcutânea).

Diante dessas considerações, que constituem fatores limitantes de importância tecnológica, nutritiva e econômica, idealizou-se estudo complementar ao trabalho já mencionado, com o principal objetivo de avaliar a estabilidade da carne obtida com esse experimento durante sua estocagem sob congelamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na extração e fase preparativa dos ácidos graxos, a técnica descrita por Folch *et alii* (1957) foi modificada por MARTINEZ (34), sendo dividida em 5 etapas mais importantes: liofilização, homogeneização, decantação e evaporação, saponificação dos lipídios, liberação dos ácidos graxos e metilação. As análises cromatográficas foram executadas em cromatógrafo a gás, VARIAN AEROGRAFH, modelo 3700, equipado com detector de ionização de chama e eletrômetro diferencial duplo.

Foram utilizadas porções de alcatra de uma das meio-carcaças de 30 novilhos azebuados, alimentados (Quadro 1) em confinamento durante 144 dias. Após o abate, conforme as normas do MA (34), as meio-carcaças foram imediata e convenientemente resfriadas.

De uma meio-carcaça de cada animal, em cada tratamento, foi retirada a alcatra, que foi subdividida em 5 porções de 600 g cada uma, aproximadamente. Cinco porções, uma de cada animal, em cada tratamento, constituíram uma amostra. Tais amostras foram congeladas a -30°C e estocadas a -20°C em congelador, e cada tratamento, uma amostra por vez, foi avaliado aos 20, 45, 90, 105 e 135 dias, por meio da avaliação organoléptica, número de TBA, índice de acidez e índice de peróxido, após descongelamento a $5-6^{\circ}\text{C}$ durante 24-30 horas.

Os índices de peróxido e de acidez foram determinados em duplicatas, segundo os métodos oficiais da A.O.C.S. (2, 3), e expressos em miliequivalentes de

QUADRO 1 - Composição percentual das rações

Tratamentos (Rações)	Feno de capim- -gordura %	Farelo de soja %	Fubá de milho %	Óleo de soja %	Formaldeído (ml de solu- ção 40%/100 g de farelo de soja
Ração básica	55	7,5	37,5	-	-
Ração básica + formaldeído(*)	55	7,5	37,5	-	4
Ração básica + 4% de óleo de soja	55	7,5	33,5	4	-
Ração básica + 4% de óleo de soja + formaldeído(*)	55	7,5	33,5	4	4
Ração básica + 8% de óleo de soja	55	7,5	29,5	8	-
Ração básica + 8% de óleo de soja + formaldeído(*)	55	7,5	29,5	8	4

(*) 4 ml de solução a 40%/100 g de farelo de soja.

Obs.: A ração básica ou testemunha foi calculada segundo as exigências nutricionais de um novilho de 380 kg de peso e para um ganho médio diário de 1,0 kg.

peróxido por 1000 g da amostra e em percentagem de ácido oléico, respectivamente.

O número de TBA foi determinado em quadruplicata, segundo o método TARLADGIS *et alii* (43), modificado por TARLADGIS *et alii* (46). Foi usado 1,1,3,3, tetrametoxipropano (TMP) como padrão e carne bovina para determinação do ranço oxidativo.

O número de TBA foi expresso em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra.

Na avaliação organoléptica, frações de 300 g de carne de cada tratamento, cada uma resultante de 5 subfrações de 60 g (uma de cada animal), foram avaliadas, de segunda a sexta-feira, às mesmas horas (10 e 16 horas) e no mesmo local, por dez provadores previamente selecionados, que avaliaram, notadamente, sabor e odor, segundo uma escala hedônica de 9 pontos (4).

Para os resultados obtidos nas determinações de número de TBA, índice de acidez e índice de peróxido, efetuou-se análise de variância, segundo esquema fatorial em delineamento inteiramente casualizado, em que os fatores foram tempo de estocagem sob congelamento, em cinco níveis, adição de formaldeído à ração, em dois níveis, e adição de óleo à ração, em três níveis, sem repetição. Os resultados da avaliação sensorial foram submetidos à análise de variância, segundo esquema fatorial em delineamento em blocos casualizados, sendo cada um dos dez provadores um bloco, com os mesmos fatores e níveis do esquema anteriormente descrito. Utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparar as médias (7, 20).

Foram também estudadas algumas relações importantes, segundo o modelo linear de primeiro grau (8).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de estocagem teve influência ($P < 0,05$) sobre índice de peróxido, índice de acidez e número de TBA, ao passo que os níveis de óleo da ração influenciaram ($P < 0,05$) apenas o índice de acidez. A adição de formaldeído à ração não influenciou ($P < 0,05$) os índices de peróxido e de acidez, nem o número de TBA.

Até 90 dias de estocagem, o índice de peróxido permaneceu constante, elevando-se, significativamente ($P < 0,05$), aos 105 dias de estocagem (Quadro 2). O baixo valor do índice de peróxido ao longo do período de estocagem evidencia a não-disponibilidade de oxigênio, uma vez que a absorção deste reflete-se diretamente na formação de peróxido, durante a estocagem.

Por outro lado, a elevação do índice de acidez ($P < 0,05$) só foi verificada após 135 dias de estocagem (Quadro 2) de carcaças de animais alimentados com ração que continha 8% de óleo de soja (Quadro 3).

O baixo índice de acidez obtido era inesperado, considerando que imediatamente após o abate dos animais enzimas iniciam a hidrólise de glicerídeos, o que resulta na produção de ácidos graxos livres. Por outro lado, a velocidade de tal hidrólise, provavelmente, foi retardada pela baixa temperatura de estocagem. Também, em consequência da temperatura usada durante o processo de obtenção da gordura, ácidos graxos de pequeno peso molecular poderiam, em parte, ter sido volatilizados (36).

Os valores de TBA aos 20 e 45 dias não diferiram entre si ($P < 0,05$), o mesmo ocorrendo aos 45 e 105 dias, aos 105 e 135 e aos 90 e 135 dias (Quadro 2). Observou-se aos 90 dias o mais alto valor, provavelmente em razão da decomposição

QUADRO 2 - Comparação das médias dos valores dos índices de peróxido e de acidez e do número de TBA nos cinco tempos de estocagem

Tempo (dias)	Peróxido (meq/kg de carne)	Acidez (%)	TBA (g de malonaldeído/kg de carne)
20	1,08 a	0,49 a	0,00 a
45	1,44 a	0,60 a	0,07 ab
90	0,96 a	0,54 a	1,48 d
105	2,19 b	0,45 a	0,64 bc
135	2,22 b	1,04 b	1,01 cd

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Comparação das médias dos valores do índice de acidez, em relação aos níveis de lipídios adicionados à ração

Lipídio	Acidez (%)
Ração com 8% de óleo de soja	0,69 a
Ração com 4% de óleo de soja	0,59 b
Ração sem óleo de soja	0,59 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

do peróxido, com conseqüente produção de aldeídos, principalmente malonaldeído, o que elevou o valor de TBA nessa fase de estocagem. O alto valor de TBA obtido pelo procedimento de destilação pode estar relacionado com a decomposição térmica de precursores de malonaldeído para malonaldeído (40) e pela liberação, pelo calor, do malonaldeído de seu estado de ligação com proteínas durante a destilação, conforme Kwon *et alii* (1965), citados por RHEE (40).

A avaliação sensorial, conquanto tenha acusado diferença significativa ($P < 0,05$) para tempo de estocagem da carne, não revelou efeito ($P < 0,05$) dos níveis de formaldeído e de óleo adicionados à ração.

A avaliação sensorial acusou diferença significativa ($P < 0,05$) após 105 dias de estocagem (Quadro 4). Observou-se, entre os dois últimos períodos, valor quase constante, provavelmente em razão da influência da temperatura de cozimento e da aparência da carne, além da possível melhoria gradativa na sua maciez durante a estocagem.

QUADRO 4 - Comparação das médias de notas da avaliação sensorial da carne bovina, em relação ao tempo de estocagem

Tempo (dias)	Nota média
20	5,6 a
45	5,4 a
90	5,7 a
105	6,3 b
135	6,4 b

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

FORD *et alii* (13) avaliaram a propriedade do «flavor» de carne de ovinos que receberam dieta que continha sementes de girassol protegidas com formaldeído. Os provadores demonstraram que o «flavor» da carne que continha maior teor de linoléico era significativamente diferente ($P < 0,05$) do da carne normal. Verificaram a presença de compostos carbonílicos na fração volátil recuperável da carne cozida, que foram considerados parcialmente responsáveis pela característica gordurosa do «flavor». Esse «flavor» gorduroso, algo semelhante ao da carne de galinha e de porco, e a presença de aroma adocicado ou gosto de fruta caracterizaram a carne de ovinos com alto teor de ácido linoléico.

Park *et alii* (1975), citados por MARTINEZ (34), utilizaram produtos obtidos de experimento de FORD *et alii* (13) e demonstraram a presença de gama-dodecalactona, que foi considerada responsável pela característica adocicada.

Posteriormente, FORD *et alii* (14), trabalhando com bovinos em condições de experimento idênticas às dos ovinos, obtiveram resultados que indicaram menor preferência pela carne com maior teor de linoléico. Verificou-se que foi significativa ($P < 0,01$) a diferença em relação à carne convencional, em razão do «flavor» gorduroso, atribuído ao elevado nível de trans-deca-2,4-dienal ligado à porção lipídica da carne cozida. Contudo, considerou-se improvável que a lactona pudesse contribuir para as propriedades de «flavor» gorduroso da carne de bovino, visto ser a concentração de tal substância menor que 0,1 ppm, comparado com 1,0 ppm na gordura de ovino com alto teor de linoléico.

As notas dos provadores, o índice de peróxido, o índice de acidez e o número de TBA cresceram com o tempo de estocagem da carne, em condições de conge-

lamento (Figura 1, 2, 3 e 4). A formação de compostos, resultantes da degradação de lípidos durante a estocagem da carne, não resultou na produção de odores desagradáveis, com ponto crítico detectável pelo painel de provadores.

Conforme KESKINEL *et alii* (26), a pequena velocidade de oxidação pode ser atribuída à baixa temperatura e ao estado físico do fluido do tecido, que dificulta a passagem do oxigênio dissolvido.

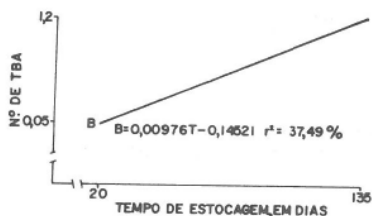


FIGURA 1 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE TEMPO DE ESTOCAGEM E NÚMERO DE TBA DA CARNE.

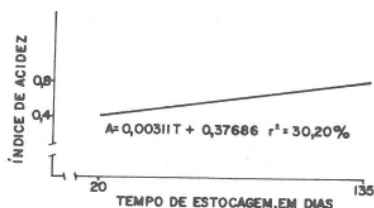


FIGURA 2 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE TEMPO DE ESTOCAGEM E ÍNDICE DE ACIDEZ DA GORDURA DA CARNE.

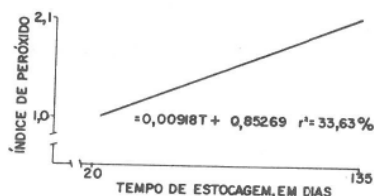


FIGURA 3 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE TEMPO DE ESTOCAGEM E ÍNDICE DE PERÓXIDO DA GORDURA DA CARNE.

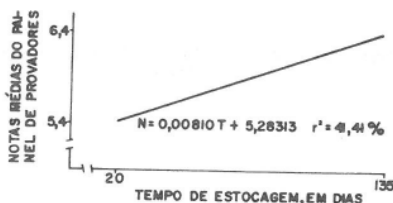


FIGURA 4 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE TEMPO DE ESTOCAGEM E NOTAS MÉDIAS DO PAINEL DE PROVADORES DA CARNE.

Verificou-se aumento na preferência dos provadores com a elevação dos índices de peróxido e acidez e do número de TBA (Figuras 5, 6 e 7). Esse inesperado aumento de preferência, nessa fase, pode ser atribuído à produção de compostos carbonílicos na fração volátil da carne cozida e a um possível processo de maturação da carne, por meio da atuação de catepsinas durante a estocagem.

A ingestão de carne que contém maior teor de gordura insaturada tem proporcionado efeitos benéficos que justificam sua produção, visando à sua maior disponibilidade para terapêuticas cardíacas humanas. O formaldeído representa 1-2 ppm no leite, 2-5 ppm no músculo bovino e 8-10 ppm na gordura bovina, conforme Mills *et alii* (1972), citados por HODGES *et alii* (22). Em razão da sua alta volatilidade e da possibilidade de sua reação com os aminoácidos contidos

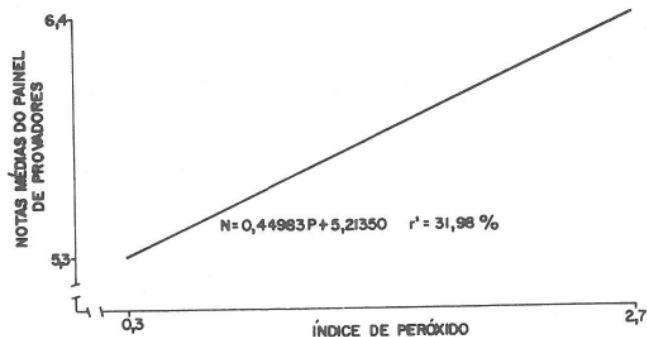


FIGURA 5 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE ÍNDICE DE PERÓXIDO DA GORDURA DA CARNE E NOTAS MÉDIAS DO PAINEL DE PROVADORES.

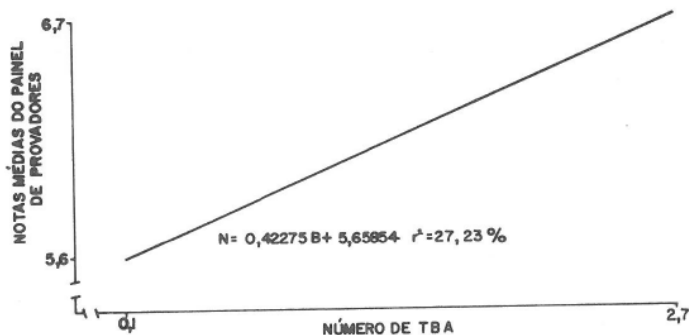


FIGURA 6 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE NÚMERO DE TBA DA GORDURA DA CARNE E NOTAS MÉDIAS DO PAINEL DE PROVADORES.

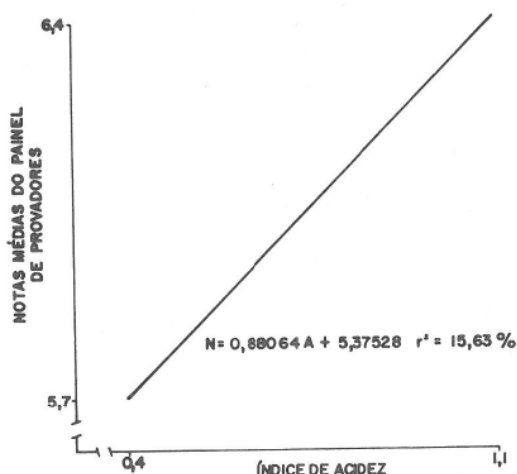


FIGURA 7 - CURVA DE REGRESSÃO ENTRE ÍNDICE DE ACIDEZ DA GORDURA DA CARNE E NOTAS MÉDIAS DO PAINEL DE PROVADORES.

na carne durante o processo de cozimento, é pouco provável que resíduos de formaldeído permaneçam na carne cozida.

Um motivo para manter certa vigilância sobre o formaldeído (ou formalina) é que, após sua reação com ácido clorídrico, ele pode produzir o carcinógeno bis (clorometil) éter (BCME) (27). Como a atividade carcinogénica do BCME inicia-se com 1 ppb apenas, justifica-se haja extrema cautela, que impossibilite a reação que produz tal substância, considerada como risco à saúde humana.

4. RESUMO

Foram utilizadas porções de «alcatra» oriundas de 30 novilhos azebuados, distribuídos em seis grupos de cinco novilhos, alimentados com rações que tinham diferentes níveis de óleo, protegido ou não pelo formaldeído contra a hidrogenação ruminal, objetivando maior deposição de ácidos graxos insaturados na gordura intramuscular. As amostras foram congeladas em câmaras, à temperatura de -30°C , e estocadas a -20°C . Cada tratamento foi avaliado aos 20, 45, 90, 105 e 135 dias, por meio de avaliação organoléptica, número de ácido tiobarbitúrico (TBA), índice de acidez e índice de peróxido, após descongelamento a $5-6^{\circ}\text{C}$ durante 24-30 horas. A análise de variância, aplicada às notas do painel de provadores, aos índices de peróxido e de acidez e ao número de TBA, mostrou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tempos de estocagem para essas características. Utilizou-se o teste de Tukey para comparar as médias e concluiu-se que o índice de acidez foi maior ($P < 0,05$) aos 135 dias de estocagem. O índice de peróxido e as notas do painel foram menores ($P < 0,05$) nos três primeiros períodos de estocagem. Os valores de TBA aos 20 e 45 dias foram significativamente ($P < 0,05$) menores que nos demais períodos de estocagem. A análise de variância, aplicada às notas médias do painel de avaliação sensorial, mostrou ainda que os níveis de formaldeído e óleo na ração não influenciaram ($P < 0,05$) a aceitação da carne.

5. SUMMARY

Thirty steers, distributed in six groups, were fed for 144 days on a basic diet supplemented with different levels of soybean flour, soybean oil and formaldehyde (to protect against ruminal lipid biohydrogenation). Meat samples were frozen at -30°C and stored at -20°C for 20, 45, 90, 105 and 135 days. After thawing at 5°C , samples were assayed for Thiobarbituric Acid Number (TBA), Peroxide Value (PV), Free Fatty Acid Content (FFA), and sensory evaluated (SP). Formaldehyde showed no influence on TBA, PV, FFA and SP results; however, a significant effect ($P < 0,05$) of storage time on the considered parameters was observed: as higher FFA at 135 days; lower PV and SP until 90 days; and, lower TBA until 45 days. Soybean oil and formaldehyde addition to soybean flour in the diet did not affect beef acceptance (SP).

6. LITERATURA CITADA

1. ACKERSON, B.A., JOHNSON, R.R. & HENDRICKSON, R.L. Effects of treatment of whole fat soybean or soy flour with formaldehyde to protect the polyunsaturated fatty acids from biohydrogenation in the rumen. *J. Nutr.*, 106:1383-1390, 1976.

2. A.O.C.S. — AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official and tentative methods*. Ca 5a-40, 1972.
3. A.O.C.S. — AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official and tentative methods*. Cd 8-53, 1960.
4. A.S.T.M. — AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Manual on sensory testing methods*. Philadelphia, STP 434, 1976. 77 p.
5. BARBANO, C.M. & SHERBON, J.W. Polyunsaturated protected lipid: effect on triglyceride molecular weight distribution. *J. Dairy Sci.*, 63(5):731-740, 1980.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. Brasília, 1973. 362 p.
7. CHAVES, J.B.P. *Comparação de métodos estatísticos de análise dos resultados da avaliação sensorial de alimentos*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1979. 115 p. (Tese M.S.).
8. DRAPER, N.R. & SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966, 407 p.
9. ERICKSON, D.R. & BOWERS, R.H. Objective determination of fat stability in prepared foods. In: SYMPOSIUM ON OBJECTIVE METHODS FOR FOOD EVALUATION (U.S. Army Natick Laboratories and National Research Council). Newton, Mass., 1974. 299 p.
10. EVANS, C.D. Flavor evaluation of fats and oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 32:596-604, 1955.
11. FAICHNEY, G.J., DAVIES, L.H., SCOTT, T.W. & COOK, L.J. The incorporation of growing steers offered a dietary supplement of formaldehyde-treated casein-sunflower oil. *Aust. J. Biol. Sci.*, 25:205-212, 1972.
12. FERGUSON, K.A., HEMSLEY, J.D. & REIS, P.J. Nutrition and growth. The effect of protecting dietary protein from microbial degradation in the rumen. *Aust. J. Biol. Sci.*, 30:215-219, 1967.
13. FORD, A.L., PARK, R.G. & McBRIDE, R.L. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of sheep meats. *J. Food Sci.*, 40(2):236-239, 1975.
14. FORD, A.L., PARK, R.G. & RATCLIFF, D. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of beef. *J. Food Sci.*, 41(1):94-96, 1976.
15. FORREST, R.C., ABERLE, E.D., HENDRICK, H.B., JUDGE, M.D. & MERCEL, R.A. *Principles of meat science*. San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1975. 417 p.
16. FOX, J.D. WOLFRAN, S.A., KEMP, J.D. & LANGLOIS, B.E. Physical, chemical, sensory, and microbiological properties and shelf life of PSE and normal pork chops. *J. Food Sci.*, 45(4):786-790, 1980.

17. CARRETI, W.N. YANG, Y.T., DUNKLEY, W.L. & SMITH, L.M. Increasing the polyunsaturated fat content of beef and lamb. *J. Anim. Sci.*, 42(4):845-853, 1976.
18. GARTON, G.A. Lipid metabolism in herbivorous animals. *Nut. Abstracts Rev.*, 30(1):1-16, 1960.
19. GOKALP, H.Y., OCKERNAN, H.W. & PLIMPTON, R.F. Effect of packaging methods on the sensory characteristics of frozen and stored cow beef. *J. Food Sci.*, 44(1):146-150, 1979.
20. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 5.^a ed. São Paulo, Nobel S.A., 1973. 455 p.
21. HERNANDEZ, A.M., DRYDEN, F.D., MARCHELLO, J.A. & SHELL, L.A. Protein protected fat for ruminants. IV. Plasma lipid, insulin and depot fat composition of lambs. *J. Anim. Sci.*, 46:1338-1344, 1978.
22. HODGES, R.E., SALEL, A.F., DUNKLEY, W.L., ZELIS, R., McDONAGH, P.F., CLIFORD, C., HOBBS, R.K., SMITH, L.M., FAN, A., MASON, D.T. & LIKKE, C. Plasma lipid changes in young adult couples consuming polyunsaturated meats and dairy products. *The Amer. J. Clin. Nutr.*, 28(10):1126-1140, 1975.
23. HOOD, R.L. & THORTON, R.F. Site variation in adipose tissue of cattle given formaldehyde-treated sunflower seed. *Aust. J. Agric. Res.*, 27(6):895-902, 1976.
24. HUTJENS, M.F. & SCHULTZ, L.H. Effect of feeding soybeans or formaldehyde-treated soybeans on lipid metabolism in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 54(12):1876-1879, 1971.
25. JACOBSON, G.A. KIRKPATRICK, J.A. & GOFF, H.E. A study of the applicability of a modified thiobarbituric acid test for flavor evaluation of fats and oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 41:124-128, 1964.
26. KESKINEL, A. Determination of oxidative changes in raw meats by the thiobarbituric acid method. *Food Techn.*, 18(2):223-226, 1964.
27. KINSINGER, J.B. Chemical and biohazards alert. *Michigan State University Chemical and Biohazards Committee Bulletin* 1:1-2, 1977.
28. KRITCHEVSKI, D. Artherosclerosis and cholesterol — Symposium: Lipids and human health. *J. Dairy Sci.*, 50(5):776-781, 1967.
29. KUMEROW, F.A. Influence of fatty acids on levels of serum cholesterol—Symposium: Lipids and human health. *J. Dairy Sci.* 50(5):787-794, 1967.
30. LEA, C.H. Chemical changes in the fat of frozen and chilled meat. *J. Soc. Chem. Ind.*, 50:207 T, 1931.

31. LEE, Y.B., HARGUS, G.L., KIRKPATRICK, J.A., BERNER, D.L. & FORSYTHE, R.H. Mechanism of lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.*, 45(5):964-967, 1975.
32. LIU, H.P. & WATTS, B.M. Catalysts of lipid peroxidation in meat. 3. Catalysts of oxidative rancidity in meats. *J. Food. Sci.*, 35(5):596-598, 1970.
33. MARCUSE, R. & JOHANSSON, L. Studies on the TBA test for rancidity grading: II. Reactivity of different aldehyde classes. *J. Amer. Oil. Chem. Sci.*, 50:387-391, 1973.
34. MARTINEZ, H.E.B. *Influência da proteção dos ácidos graxos insaturados na qualidade e composição da carcaça de novilhos zebu*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1980. 78 p. (Tese M.S.).
35. NORMAN, G.A. Composição química e valor nutritivo da carne. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DA CARNE. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978 (Paginação descontínua).
36. PEREIRA, A.S. *Composition and stability of poultry fats*. W. Lafayette, Indiana, U.S.A. Purdue University, 1975. 140 p. (Tese Ph.D.).
37. PHOLE, R.L. & GIESSEN, B.V. Relationship of peroxide value and thiobarbituric acid value to development of undesirable flavor characteristics in fats. *J. Amer. Oil. Chem. Soc.* 41:649-650, 1964.
38. PORTER, J.P. & BRITTON, W.M. Fatty acid composition of chicks fed fullfat soybeans. *Poultry Sci.*, 53(3):1137-1141, 1974.
39. REISER, R. Hydrogenation of polyunsaturated fatty acids by the ruminants. *Federation Proceeding*, 10:236-238, 1951.
40. RHEE, K.S. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat. *J. Food. Sci.*, 43(6):1776-1778, 1978.
41. ROMANS, J.R. & ZIEGLER, P.T. *The meat we eat*. Danville, Illinois, The Interstate Printers and Publishers, 1974. 779 p.
42. SHERWIN, E.R. Methods for stability and antioxidant measurement. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 45:632A, 1968.
43. TARLADGIS, B.G. & WATTS, B.M. Malonaldehyde production during the controlled oxidation of pure, unsaturated fatty acid. *J. Amer. Oil. Chem. Soc.* 37:403-406, 1960.
44. TARLADGIS, B.G., WATTS, B.M. & YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 37(1):44-48, 1960.
45. TARLADGIS, B.G. PEARSON, A.M. & DUGAN Jr., L.R. The chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some important side reactions. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 39:34-39, 1962.

46. TARLADGIS, B.G., PEARSON, A.M. & DUGAN Jr., L.R. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *J. Food Sci. Agric.*, 15:602-607, 1964.
47. YU, T.C. & SINNHUBER, R.O. An improved 2-thiobarbituric acid (TBA) procedure for the measurement of autoxidation in fish oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 44:256-258, 1967.