

FONTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNA NO SUCEDÂNEO DO LEITE PARA BEZERROS: REVISÃO DA LITERATURA¹

ORIEL F. DE CAMPOS² e ALIOMAR G. SILVA³

RESUMO - O objetivo principal desta revisão foi o de reunir a literatura existente sobre fontes alternativas da proteína láctea para a produção de sucedâneos do leite para bezerros. Dentre os vários alimentos, a soja e o peixe têm sido alvo do maior número de trabalhos, tendo em vista, provavelmente, as suas disponibilidades e preços. Lama bacteriana, farinha de carne, farinha de sangue, resíduo solúvel seco de destilaria, colza, alfafa e farinha de caranguejo têm sido menos estudadas. Um dos maiores problemas, ao se comparar os resultados da literatura, deve-se à diversidade no tipo e à qualidade do produto de soja ou peixe usado. Diversos trabalhos evidenciam a marcante diferença, entre produtos, com relação à sua composição e valor nutritivo para bezerros. No corpo deste artigo são sumarizados os desempenhos dos bezerros com diferentes tipos de proteínas alternativas. Pode-se concluir que, à medida que se aumenta a participação da fonte alternativa de proteína, piores são os desempenhos dos bezerros, principalmente quando esses sucedâneos contêm baixo teor de proteína bruta total ou quando esses sucedâneos são a principal fonte de nutrientes. Não resta a menor dúvida de que a melhoria dos sucedâneos comerciais do leite para bezerros dependem dos progressos que possam ser obtidos na tecnologia de processamento dos produtos oriundos, principalmente, da soja e do pescado.

Termos para indexação: proteína de soja, farelo de soja, farinha de soja, proteína concentrada de soja, proteína isolada de soja, proteína de peixe, concentrado protéico de peixe, farinha de peixe, lama bacteriana, farinha de carne, farinha de sangue, resíduo solúvel seco de destilaria.

ALTERNATIVE SOURCES OF PROTEIN IN MILK REPLACERS FOR CALVES: A REVIEW

ABSTRACT - It was reviewed the literature data in the alternative sources of protein used to prepare calves milk replacers. Among several feedstuffs, the soybean and the fish have been more intensively studied. It may be due to their disponibilities and prices. Bacterial sludge, meat and blood solubles, fababeam, colza and alfalfa have been less intensively studied. One of the biggest problems to compare the literature results is the kind and quality diversities of soybean or fish products used. Several researchs have shown a clear composition and nutritive value differences among different products used to feed calves. This review has summarized the performance of calves fed different kinds of protein sources. It can be concluded that a decreasing calves performance can be expected when the amount of alternative protein is increased in the milk replacer. It is more evident when the milk replacer has a lower level of total protein or when the replacer is the main source of nutrients. It is without doubt that the improvement in commercial milk replacers depend on the progress in the know how the soybean and fish manufacture process.

Index terms: soybean proteins, soybean flour, soybean meal, soybean protein concentrate, soybean protein isolated, fish proteins, fish protein concentrate, fish flour, bacterial sludge, meat solubles, blood solubles.

INTRODUÇÃO

O leite é a fonte natural de nutrientes para os bezerros recém-nascidos. As proteínas presentes no leite integral, natural ou em pó, tem alto valor

biológico, e, geralmente, são bem aceitas pelos animais. Contudo, considerando o alto interesse no leite como alimento para o homem, pesquisas têm sido dirigidas no sentido de substituir a proteína láctea por outras, no preparo de sucedâneos para bezerros. O objetivo deste trabalho é rever alguns dos conhecimentos existentes sobre o uso de fontes alternativas de proteína no preparo de sucedâneos do leite usados na alimentação de bezerros. Maior ênfase é dada na utilização de sub-produtos de soja e de peixe tendo em vista, principalmente, suas disponibilidades.

¹ Aceito para publicação em 5 de agosto de 1986.

² Eng. - Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rodovia MG 133, Km 42, CEP 36155 Coronel Pacheco, MG.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/Departamento de Orientação e Apoio à Programação da Pesquisa, Caixa Postal 040315, CEP 70312 Brasília, DF.

PROTEÍNA DE SOJA

São quatro os principais sub-produtos da industrialização da soja usados no preparo de sucedâneos do leite para bezerros: farelo de soja, farinha de soja, proteína concentrada de soja e proteína isolada de soja, que tem, respectivamente, 45%, 60%, 70% e 90% de proteína bruta e 45%, 35%, 25% e 5% de carboidratos.

Um sumário do desempenho de bezerros recebendo proteína de soja de diferentes origens é mostrado na Tabela 1.

O uso de produtos da soja na alimentação de bezerros tem mostrado resultados inferiores aos obtidos com o uso de leite (Williams & Knodt 1951, Campos 1982). Menor ganho de peso, menor digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da gordura e menor absorção de minerais têm sido vinculados à maior participação de produtos de soja nos sucedâneos do leite para bezerros (Nitsan et al. 1971, 1972, Pejic & Kay 1979). Estes resultados negativos têm sido atribuídos à presença de inibidor da tripsina (Gorrill et al. 1967, Gorrill & Thomas 1967), de carboidratos residuais como arabinogalactanas (de reação neutra) e polissacarídeos e arabinanas (de reação ácida) (Kellor 1974), e às globulinas antigênicas glicinina e beta-conglicinina (Sissons & Smith 1976, Kilshaw & Sissons 1979 a, Kilshaw & Slade 1980), bem como a fator ou fatores ainda desconhecidos (Gertler & Nitsan 1970, Nitsan et al. 1971).

A soja é um dos poucos vegetais que contém proteína com composição de aminoácidos razoavelmente balanceada (Porter 1969). Contudo, a soja apresenta um inibidor da tripsina (SBTI) que provoca a diminuição do consumo de alimentos, aumento da secreção de enzimas e hipertrofia do pâncreas em ratos e aves (Mickelsen & Yang 1966, Sambeth et al. 1967).

Gorrill & Thomas (1967) relataram deficiência no crescimento animal, mas não hipertrofia de pâncreas, em bezerros recebendo uma dieta suplementada com mentinina em que a farinha de soja, contendo inibidor da tripsina, supria 60% da proteína. O suco pancreático e o conteúdo intestinal desses bezerros apresentavam menor atividade da tripsina e da quimotripsina que nos bezerros recebendo leite ou farinha de soja com teores baixos de SBTI. Os efeitos deletérios da presença de SBTI foram confirmados por Colvin & Ramsey (1968), apesar da maior contribuição desse trabalho ter sido mostrar que o valor nutritivo de uma farinha de soja, sem SBTI, foi marcadamente melhorada por tratamento com ácido a um pH 4 durante 5 horas a 37°C, sugerindo que outros fatores, além de SBTI, estariam influenciando no desempenho dos bezerros. Bezerros recebendo farinha de soja tratada com ácido cresceram a uma velocidade duas vezes maior que aqueles recebendo material não tratado. Por outro lado, Kakade et al. (1976) não encontraram diferenças em peso ou atividade enzimática do pâncreas devido à SBTI, e concluíram que a SBTI não tem maiores efeitos na nutrição de bezerros. Sissons & Smith (1976) não conseguiram

melhorar o valor nutritivo da farinha de soja tostada através de tratamentos ácidos e básicos visando a remoção de pequenas quantidades do inibidor da tripsina ainda existente no produto.

Diets contendo farinha de soja foram relacionadas com redução da secreção gástrica (Williams et al. 1976) e do tempo de retenção da proteína no abomaso (Colvin et al. 1969, Smith et al. 1970), o que resultou em diminuição da proteólise.

Tentativas visando melhorar a digestibilidade da proteína isolada de soja, usada no preparo de sucedâneo do leite, através da suplementação com pepsina e pancreatina, tiveram efeito detrimental no desenvolvimento de bezerros (Jenkins 1981). A suplementação com estas enzimas, tanto juntas como separadas, também reduziu a digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio, mas não teve efeito no consumo de alimentos (Jenkins 1981). Estudos realizados "in vitro" demonstraram que tanto a pepsina como as proteases produzidas pelo pâncreas têm uma atividade hidrolítica muito melhor sobre a proteína do leite do que sobre a proteína da soja (Jenkins et al. 1980, Jenkins 1981).

Uma forma inativa do inibidor da tripsina, encontrada na farinha de soja cozida, pode ser ativada em meio com pH variando de 7 a 9 (Ramsey & Willard 1975). Este inibidor pode ser destruído quando a farinha de soja é aquecida em água, porém a extensão desta destruição parece ser dependente da concentração da farinha na água.

Tratamento ácido ou básico da farinha de soja tostada (Colvin & Ramsey 1968, 1969, Colvin et al. 1969) ou extração com álcool (Nitsan et al. 1972, Smith & Sissons 1975, DeGregorio et al. 1982, Silva et al. 1984, 1986) tem melhorado a sua qualidade. Tratamento termo-básico usando baixa temperatura tem inativado SBTI mais eficientemente que tratamento termo-ácido (Wallace et al. 1971).

A presença de carboidratos complexos em sub-produtos da soja, principalmente no farelo e farinha de soja que tem 45% e 35% de carboidratos respectivamente, talvez possa explicar alguns dos resultados negativos observados quando bezerros são alimentados com esses produtos. Roy et al. (1977) concluíram que o efeito detrimental da farinha de soja poderia ser devido, além da presença de SBTI, à presença de fitina, de hemaglutininas e de grandes quantidades de oligossacarídeos, que, provavelmente, não são utilizados pelo bezerro. O desaparecimento de uma considerável quantidade de carboidratos existentes em fontes de proteína da soja, no intestino do bezerro, é, presumivelmente, devido a fermentação intestinal e não à sua absorção (Nitsan et al. 1971, 1972, Kakade et al. 1976). O fornecimento de altas doses de clorotetraciclina visando deprimir a fermentação intestinal não melhorou o crescimento de bezerros recebendo farinha de soja (Colvin & Ramsey 1969). A pré-digestão da farinha de soja não estimulou o crescimento de bezerros apesar da extensiva degradação dos carboidratos existentes (Colvin & Ramsey 1968).

TABELA 1. Desempenho de bezerros recebendo sucedâneos do leite contendo proteína de soja de diferentes origens.

Autores	Produtos	Nível de substituição da proteína (%)	Idade (dias)	GPD ^a (kg)	DMS ^b (%)	DP ^c (%)
Gorrill & Thomas (1967)	PCS ^d - 50%	50	4-42	-0,11	—	—
		86	4-42	0,33	—	—
Gorrill & Nicholson (1969)	PCS ^d	0(leite)	0-49	0,53	90,6	87,3
		70	0-49	0,55	88,8	81,6
Morrill et al. (1971)	PCS ^d	0(leite)	7-35	0,46	—	—
		22	7-35	0,51	—	—
		43	7-35	0,37	—	—
Nitsan et al. (1971)	PCS ^d	0(leite)	10-56	0,40	95,5	97,0
		83	10-56	0,31	92,8	89,8
Gorrill & Nicholson (1972)	PCS ^d	0(leite)	14-49	0,38	90,0	85,0
Nitsan et al. (1972)	PCS ^d , FoS ^e	0(leite)	8-50	0,41	—	—
		65(PCS)	8-50	0,33	—	79,4
		73(FoS)	8-50	0,25	—	52,0
Kakade et al. (1976)	SA ^f	70	14	—	84,0	55,0
Roy et al. (1977)	FaS ^g	0(leite)	0-21	1,11	95,0	94,0
		36	0-21	0,85	89,0	84,0
		70	0-21	0,67	80,0	66,0
Barr et al. (1978)	PMS ^h	0(leite)	3-28	0,50	—	—
		50	3-28	0,46	—	—
		72	3-28	0,45	—	—
Bring & Barr (1979)	PMS ^h	0(leite)	3-42	0,67	—	—
Jenkins (1981)	PCS ^d - PIS ⁱ	0(leite)	3-31	0,44	93,6	90,8
		51	3-31	0,20	91,4	85,8
Campos et al. (1982a)	PCS ^d	0(leite)	5-47	0,61	—	—
		33	5-47	0,59	—	—
Campos et al. (1982b)	PCS ^d	0(leite)	4-46	0,40	—	—
		33	4-46	0,02	—	—
Huber & Campos (1982)	PCS ^d	0(leite)	4-46	0,42	—	—
		33	4-46	0,35	—	—
Campos & Huber (1983)	PCS ^d	0(leite)	4-46	0,28	87,6	85,2
		50	4-46	0,22	85,4	76,8
		100(SPC)	5-21	-0,07	70,0	56,6
Akinyele & Harshbarger (1983)	PCS ^d , FS ^j	0(leite)	5-21	0,30	92,0	90,1
		100(FS)	5-21	-0,11	71,0	61,3
		66(PMS)	0-52	0,33	89,6	82,5
Silva (1984)	PMS ^l , FSA ^m	0(leite)	0-52	0,21	86,2	72,1
		66(PMS)	0-52	0,21	86,2	72,1
		66(FSA)	0-52	0,20	84,4	64,1

a = Ganho de peso diário.

b = Digestibilidade da matéria seca.

c = Digestibilidade da proteína.

d = Proteína concentrada de soja.

e = Farelo de soja.

f = Soja aquecida.

g = Farinha de soja (tratada com temperatura em meio básico).

h = Proteína modificada de soja.

i = Proteína isolada de soja.

j = Farinha de soja.

l = Proteína modificada de soja (tratada com álcool e temperatura sob pressão).

m = Farinha de soja aquecida.

Roy et al. (1977) observaram menor absorção de cálcio em bezerros recebendo sucedâneo contendo farinha de soja do que naqueles recebendo leite. Isto foi atribuído à fitina existente na farinha de soja, que corresponde a 70% do fósforo total existente. Além de não ser utilizada por animais de estômago simples, a fitina interfere na absorção de cálcio, ferro e zinco (Taylor 1965, O'Dell 1969, Thompson & Erdman Junior 1984).

Smith & Wynn (1971) encontraram grandes quantidades de hemaglutinatos no sangue de bezerros quando a proteína do leite foi completamente substituída por farinha de soja, ou quando sucessivos fornecimentos de farinha de soja foram intercalados com fornecimento de dietas constituídas de leite integral. Smith & Sissons (1975) relataram que a farinha de soja e a proteína isolada de soja, causaram inibição do fluxo digestivo a nível do abomaso, nas primeiras horas após a alimentação. Eles sugeriram que esta inibição era um sinal de desordens mais generalizadas, provavelmente resultantes de uma alergia gastrointestinal. De fato, bezerros recebendo farinha de soja mostraram altos títulos séricos de anticorpos para um antígeno da farinha de soja.

Bezerros pré-ruminantes, recebendo farinha de soja pré-aquecida, produziram altos títulos, no soro, dos anticorpos IgG e IgE, específicos para as globulinas da soja glicinina e beta-conglicinina (Kilshaw & Sissons 1979 a,b). Barratt et al. (1978) descreveram um complemento fixador da IgG1, a precipitina, como o anticorpo predominante em bezerros recebendo proteína de soja extraída com álcool. O antígeno da soja mostrou-se resistente à proteólise e, em grau menor, à ação dos microrganismos presentes no fluido ruminal. Não foram observadas evidências do desenvolvimento de tolerância, e bezerros previamente sensibilizados responderam com aumento acentuado nos níveis de anticorpos. A biópsia mostrou distúrbios morfológicos nas vilosidades e lâmina própria do intestino. O isotiocianato de benzil, presente na soja, também foi identificado como um proeminente causador de alergia. Bezerros recebendo leite integral acrescido de 90 mg de isotiocianato de benzil mostraram crescimento lento e diarreia persistente, semelhantes aos animais que receberam sucedâneos contendo farinha de soja (Gardner et al. 1982).

Uma deterioração gradual da integridade das vilosidades intestinais foi observada por Seegraber & Morrill (1982) em bezerros recebendo proteínas de soja. As anormalidades incluíam a ausência de vilosidades, enquanto que aquelas remanescentes eram mais curtas, de maior diâmetro e torcidas. Uma tendência de reversão do processo de deterioração das vilosidades foi observado quando a dieta de leite foi restituída. Kilshaw & Slade (1982) descreveram uma atrofia parcial das vilosidades e aumento no comprimento das criptas intestinais em bezerros recebendo farinha de soja pré-aquecida. A primeira exposição à proteína de soja causou um ligeiro encurtamento das vilosidades; porém, após sucessivas dosagens, os animais desenvolveram nítida anormalidade da mucosa e diarreia

severa. Trabalhos recentes (Silva 1984) têm sugerido que os bezerros, com a idade de 2 semanas, são mais susceptíveis a atrofia das vilosidades causadas pela proteína de soja do que quando mais velhos, sendo que estas respostas foram mais nítidas em bezerros que haviam sido previamente sensibilizados através de sucessivas alimentações com proteínas de soja. Além das anormalidades observadas nas vilosidades, os bezerros recebendo proteínas de soja mostraram crescimento lento, menor capacidade de absorção de nutrientes e maior velocidade de excreção da xilose da corrente sanguínea, quando este açúcar foi injetado por via jugular (Silva et al. 1984, 1986). MacDonald & Ferguson (1976) sugeriram que uma reação imunológica das células locais poderia ser a causa da atrofia das vilosidades, hiperplasia das criptas, bem como da malabsorção dos alimentos. Kilshaw & Slade (1980) mostraram que sucessivos fornecimentos de farinha de soja pré-aquecida para bezerros pré-ruminantes causaram aumento progressivo na permeabilidade intestinal e no título de anticorpos (IgG, IgA e IgM) contra a proteína de soja presente no soro sanguíneo. Estas respostas foram observadas em cerca de metade dos bezerros testados.

Uma das funções essenciais da mucosa gastrointestinal é barrar a entrada, na circulação sanguínea, de bactéria, toxinas e antígenos dos alimentos. Uma barreira efetiva é formada pela interação de mecanismos imunologicamente específicos e não específicos (Walker 1976). Acreditase que em condições normais somente traços de macromoléculas passam do intestino para o sangue sem serem desdobradas. Um rompimento dessa barreira poderia, portanto, ter conseqüências patogênicas (Walker & Isselbacher 1974). Reações inflamatórias da mucosa do intestino podem aumentar a absorção de proteínas não degradadas (Block et al. 1979). Este fato poderia ocorrer em alergias causadas por alimento (Paganelli et al. 1979), e explicaria algumas das respostas observadas em bezerros recebendo proteína de soja.

Na proteína de soja, o aminoácido limitante para o desenvolvimento de ratos, aves e suínos é a metionina (Almquist et al. 1942, Hays et al. 1959, Berry et al. 1962). Lisina apareceu em menor quantidade em proteína concentrada de soja tratada em solução básica do que naquela não tratada (Gorrill 1970), e os teores de lisina, cisteína e serina foram reduzidos quando a proteína isolada de soja foi tratada com 0,02 N NaOH (Degroot & Slump 1969). Gorrill & Nicholson (1969) não encontraram melhoria no crescimento, ou na retenção de nitrogênio, em bezerros recebendo sucedâneo contendo 70% de sua proteína proveniente da proteína concentrada de soja que havia sido suplementada com metionina (0,1% da matéria seca). Contudo, Porter & Hill (1964) conseguiram melhor desenvolvimento de bezerros quando o teor de metionina da proteína isolada de soja foi elevado de 1,5 para 2,3 g/100 g de proteína.

O nível máximo de substituição da proteína de leite pela de soja varia com o tipo da proteína de soja usado. Gorrill & Thomas (1967) relataram que a substituição

de 86% da proteína de leite por proteína concentrada de soja resultou em ganhos de pesos semelhantes aos observados em bezerros recebendo leite integral. Gorrill & Nicholson (1969) concluíram que a proteína concentrada de soja poderia suprir até 70% da proteína do leite na criação de bezerros. Em contraste, Morrill et al. (1971) concluíram que proteína concentrada de soja poderia substituir com sucesso 22%, mas não 44%, da proteína total dos sucedâneos. DeGregorio et al. (1982) não encontraram diferenças em ganhos de peso entre bezerros recebendo sucedâneo com 66% da proteína do leite substituída por uma proteína de soja modificada (farinha de soja tratada com álcool e calor sob pressão controlada) e bezerros recebendo sucedâneos com 100% da proteína proveniente do leite. Contudo, trabalhos mais recentes (Silva 1984)

mostraram que a substituição de 66% da proteína do leite presente no sucedâneo por proteína de soja modificada resultou em menores ganhos de peso quando comparado com bezerros recebendo 100% da proteína do sucedâneo proveniente do leite.

Nitsan et al. (1971, 1972) e Guilloteau et al. (1977) concluíram que o sucedâneo do leite poderia conter até 88% da proteína suprida por proteína concentrada de soja, desde que os bezerros estivessem recebendo uma boa ração inicial com 16% de proteína bruta. Roy et al. (1977) relataram que até 36% da proteína do leite poderia ser substituída por proteína proveniente da farinha de soja tratada por aquecimento em meio básico, sem efeito marcante no desempenho dos bezerros.

TABELA 2. Desempenho de bezerros recebendo sucedâneos do leite contendo proteína de peixe de diferentes origens.

Autores	Produtos	Nível de substituição da proteína (%)	Idade (sem.)	GPD ^a (kg)	DMS ^b (%)	DP ^c (%)
Raven (1972)	FP ^d	0(leite)	0-8	--	93,0	86,2
		15	0-8	--	90,7	83,8
Gorrill et al. (1975)	FA ^e	65	0-3	--	92,6	81,6
		62	0-3	--	92,7	84,8
Huber & Slade (1967)	PCP ^f	0(leite)	1-6	0,397	90,2	90,3
		33	1-6	0,360	88,7	84,3
		67	1-6	0,273	89,0	85,4
Gorrill et al. (1972)	PCP ^f	0(leite)	0-3	0,365	90,0	79,0
		25	0-3	0,283	89,0	76,0
Roy et al. (1977)	PCP ^f	35	0-3	0,880	87,0	83,0
		65	0-3	0,860	83,0	75,0
Opstvedt et al. (1978)	PCP ^f	0(leite)	1-9	0,514	98,3	96,1
		36	1-3	0,142	94,5	84,4
		36	4-5	0,337	97,0	93,7
		96	1-9	0,303	95,3	90,5
Huber et al. (1978)	PCP-PD ^g	0(leite)	0-6	0,416	--	--
		33	0-6	0,303	--	--
		16.5	0-6	0,356	--	--
Huber & Campos (1982)	HEP ^h	0(leite)	1-7	0,416	--	--
		33	1-7	0,304	--	--
Campos et al. (1982a)	SP ⁱ	0(leite)	0-6	0,315	88,0	--
		32	0-6	0,160	71,8	--
Campos et al. (1982b)	SPP ⁱ	0(leite)	0-2	0,395	90,6	--
		32	0-2	-0,167	75,7	--

- a = Ganho de peso diário.
- b = Digestibilidade da matéria seca.
- c = Digestibilidade da proteína.
- d = Farinha de peixe.
- e = Farinha de arenque.
- f = Proteína concentrada de peixe.
- g = Proteína concentrada de peixe pré-digerida.
- h = Hidrolizado enzimático de peixe.
- i = Solúveis secos de peixe.

PROTEÍNA DE PEIXE

Morrison & Campbell (1960) confirmaram os resultados obtidos anteriormente por Sure (1957) de que o concentrado proteico de peixe (CPP) era uma fonte de proteína de alta qualidade para ratos, especialmente em dietas básicas deficientes em lisina. CPP também melhorou o valor biológico de dietas para crianças, baseadas em cereais, quando usado como a principal fonte de proteínas (Yanes et al. 1969). Tavill & Gonik (1969) obtiveram resultados semelhantes no Marrocos com crianças alimentadas com sucedâneos do leite contendo 3% de CPP.

O desempenho de bezerros recebendo sucedâneos do leite contendo CPP depende da idade do animal, do nível de CPP, do nível de proteína bruta do sucedâneo e do uso de concentrados na alimentação (Tabela 2). Maus desempenhos foram obtidos quando os bezerros recebiam sucedâneos com altos teores de CPP, sendo esses sucedâneos a principal fonte de nutrientes (Huber & Slade 1967, Matre 1970, 1971, 1977, Gillespi 1971, Raven 1972, Makdani et al. 1971, Campos 1982). A maior depressão no crescimento ocorreu durante as três primeiras semanas de vida.

O ganho de peso e a eficiência alimentar não foram afetados significativamente quando CPP supriu de 40% a 50% da proteína do sucedâneo do leite (Huber & Slade 1967, Huber & Sleiman 1971, Gorrill et al. 1972, Matre 1977). Bons resultados também foram obtidos com sucedâneos contendo altos teores de CPP, porém estes bezerros também recebiam concentrados e feno (Gelwichs 1965, Williams & Rust 1968, Danell 1970, Gorrill 1970, Opstvedt et al. 1978).

Há alguns trabalhos mostrando que bezerros alimentados com sucedâneos do leite contendo 70% da proteína proveniente de CPP cresceram tão bem quanto aqueles recebendo somente proteína láctea (Sorenson & Lykkeaa 1968, Danell 1970). Nestes trabalhos, contudo, os sucedâneos continham de 24% a 26% de proteína bruta, e os bezerros tinham pelo menos três semanas de idade. O teor mais elevado de proteína e a idade dos bezerros podem explicar porque esses resultados foram diferentes da maioria dos trabalhos publicados. Após a desmama, a proteína de peixe parece ser muito boa para bezerros (Preston et al. 1960, 1965, Whitelaw et al. 1961, 1963, Kay et al. 1967), provavelmente em virtude de sua baixa degradabilidade no rúmen.

O procedimento industrial na produção do CPP pode influenciar o valor do alimento. A importância da remoção completa dos resíduos do solvente foram evidenciados por Morrison et al. (1962).

Concentrado proteico de peixe, obtido usando-se o isopropanol, foi igual ou superior à caseína como única fonte de proteína para ratos e porcos (Sidwell et al. 1970, Pond et al. 1971) e melhor que o CPP obtido usando-se como solvente o dicloroetano (Makdani 1969) ou o hexano-heptano (Makdani et al. 1974). Para humanos, o CPP obtido pelo isopropanol também foi melhor que o

obtido com o dicloroetano. Contudo, bezerros alimentados com CPP obtido usando-se o dicloroetano como solvente, cresceram melhor que aqueles alimentados com CPP produzido com o uso de isopropanol (Makdani et al. 1971). As razões para esta discrepância não são aparentes.

A digestibilidade da proteína e a retenção de nitrogênio foram menores quando bezerros eram alimentados com sucedâneos cuja principal fonte de proteína era o CPP (Gorrill et al. 1975, Huber 1975, Roy et al. 1977, Opstvedt et al. 1978). A digestibilidade da proteína do CPP foi 10% a 30% menor que a da proteína láctea. A digestibilidade do extrato etéreo também foi reduzida com a inclusão de CPP no sucedâneo, mas a utilização dos carboidratos pareceu inalterada (Huber & Slade 1967, Matre 1970, Roy et al. 1977). Os resultados negativos obtidos com CPP podem também ser consequência da relativa indigestibilidade dos ácidos graxos de cadeia longa do óleo de peixe (Flatlandsmo 1972).

Gorrill et al. (1972) observaram menor retenção de nitrogênio, apesar da ausência de modificações na digestibilidade, quando bezerros eram alimentados com CPP. Este fato sugere provável desequilíbrio de aminoácidos.

Stillings et al. (1969) conduziram uma série de experimentos com ratos para determinar a seqüência de aminoácidos limitantes no CPP, tendo o isopropanol como solvente. O resultado foi, do mais aos menos limitantes: 1) metionina; 2) histidina, triptofano e treonina; 3) valina, isoleucina e fenilalanina; 4) leucina, lisina e arginina. Makdani et al. (1971) também concluíram que metionina e histidina eram co-limitantes no CPP, independentemente do tipo de peixe ou de solvente usado. A suplementação com histidina ou metionina causou melhorias no desempenho de bezerros recebendo sucedâneos com CPP. Por outro lado, a suplementação de sucedâneos à base de CPP (através de dicloroetano) com metionina não melhorou o desempenho dos bezerros (Makdani et al. 1971). Mais recentemente, Matre (1977) sugeriu que a isoleucina poderia ser o aminoácido limitante para bezerros recebendo CPP produzido a partir do peixe cavala.

Outras possíveis explicações para os piores resultados em bezerros alimentados com CPP, comparados ao leite, foram contaminação por resíduos do solvente dicloroetano causando anemia aplástica (Pritchard et al. 1952), ou empanzinamento causado pela passagem de dieta líquida pelo rúmen (Makdani et al. 1971).

A farinha de peixe é outro alimento que tem sido testado em sucedâneos de leite para bezerros (Rupel & Wilson 1962, Genskow 1969, Gorrill et al. 1975), mas os resultados foram piores do que com o uso de CPP.

A doença do músculo branco tem sido associada a bezerros alimentados com produtos de peixe (Genskow 1969, Michel et al. 1972). Óleos de peixe contém alta percentagem de ácidos graxos insaturados (Medwadwski et al. 1967, Lovern 1969), que tem papel importante na doença do músculo branco induzida experimentalmente (Blaxter & McGill 1955).

OUTRAS FONTES DE PROTEÍNA PARA SUCEDÂNEOS DO LEITE

Lama bacteriana (contendo cerca de 60% de proteína bruta e 30% de lactose), em combinação com leite desnatado e soro de queijo, não afetou a incidência de diarreia, a digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, nem a retenção de nitrogênio, quando substituindo até 35,6% da proteína do leite em sucedâneos (Bouchard et al. 1973).

Raven (1972) observou menores retenções de nitrogênio quando 13,5% da proteína láctea era substituída por farinha de carne. Polzin et al. (1976) também observaram menor eficiência na utilização de nutrientes em bezerros alimentados com sucedâneos à base de farinha de carne. Eles argumentaram que a farinha de carne contém principalmente colágeno, que possui aproximadamente 13% de hidroxiprolina e é praticamente indisponível para o bezerro.

Outro alimento testado em sucedâneos de leite foi o resíduo solúvel seco de destilaria, mas foram observados declínios lineares nos ganhos de peso e nas digestibilidades da matéria seca, proteína bruta e energia à medida que aumentava o teor deste alimento no sucedâneo. Contudo, Bryant et al. (1967) concluíram que os resíduos solúveis secos de destilarias poderiam substituir até 35% da proteína digestível do sucedâneo, sem afetar severamente o crescimento dos bezerros.

Brumbaugh & Knodt (1952) mostraram que a farinha de sangue resultou em ganhos de peso ligeiramente inferiores quando comparada com a proteína láctea.

"Fababean", até 25% (Wittenberg & Ingalls 1979), colza, 30% a 70% (Gorrill et al. 1976), alfafa, até 50% (Alpan et al. 1979) e farinha de caranguejo até 20% (Patton et al. 1975) são outras fontes de proteína resultando em desempenhos razoáveis dos bezerros.

CONCLUSÕES

1. Os sub-produtos da industrialização da soja, usados no preparo de sucedâneos do leite na alimentação de bezerros, têm mostrado resultados inferiores aqueles obtidos com o uso do leite. Estes resultados negativos tem sido atribuídos a presença, nestes produtos, de inibidor da tripsina, carboidratos residuais; globulinas antigênicas, fitina, hemaglutininas, grande quantidades de oligosacarídeos, bem como a fator ou fatores ainda desconhecidos. Melhores resultados são obtidos quando estes sub-produtos são submetidos a tratamentos envolvendo variação na temperatura e pressão, soluções ácidas e básicas, ou extração com álcool. Apesar da literatura citar níveis de substi-

tução de até 88% da proteína do sucedâneo por proteína de soja com resultados satisfatórios, a maioria dos dados apontam como razoável a possibilidade da substituição de até 65% da proteína do leite por proteína de soja. Em todos esses casos houve a necessidade de tratamento prévio dos sub-produtos visando reduzir a ação negativa dos fatores deletérios conhecidos.

2. O concentrado proteico de peixe (CPP) mostrou ser o mais promissor dos sub-produtos da indústria pesqueira possíveis de serem usados na alimentação de bezerros. O desempenho de bezerros recebendo sucedâneo do leite contendo CPP depende da idade do animal, do nível de CPP, do nível de proteína do sucedâneo e do uso de concentrado na alimentação. O procedimento industrial na produção do CPP pode influenciar no valor do alimento. Os resultados negativos obtidos com o CPP podem ser conseqüência da presença de ácidos graxos de cadeia longa, do desequilíbrio de aminoácidos ou da contaminação por resíduos de solventes usados no processo industrial. A substituição de até 30% da proteína do sucedâneo por proteína proveniente do CPP parece ser possível dentro dos conhecimentos atualmente existentes sobre o assunto.

3. Outros produtos, como a lama bacteriana, a farinha de carne, a farinha de sangue e o resíduo seco de destilaria tem mostrado potencialidades como fontes alternativas de proteína para sucedâneo do leite, porém mais estudos ainda se fazem necessários até que esses produtos se tornem disponíveis.

REFERÊNCIAS

- AKINYELE, I.O. & HARSHBARGER, K.E. Performance of young calves fed soybean protein replacers. *J. Dairy Sci.*, 66:825-32, 1983.
- ALMIQUIST, H.J.; MECCHI, E.; KRATZER, H.F.; GRAU, C.R. Soybean protein as a source of amino acids for the chick. *J. Nutr.*, 24:385-9, 1942.
- ALPAN, S.O.; OLDFIELD, J.E.; CLAYPOOL, D.W.; KOHLER, G.O. Digestibility of alfalfa protein concentrate (Pro-Xan) in milk replacer diets for calves. *J. Dairy Sci.*, 62(1):86, 1979. Suplemento.
- BARR, G.W.; MARTIN, S.R.; KAKADE, M.L.; RYAN, P.J.; CRANE, F.M. Influence of modified soy protein in milk replacers on calf performance and health. *J. Dairy Sci.*, 61(1):169, 1978. Suplemento.

- BARRATT, M.E.J.; STRACHAN, P.J.; PORTER, P. Antibody mechanisms implicated in digestive disturbances following ingestion of soya protein in calves and piglets. *Clin. Exp. Immunol.*, 31:305-12, 1978.
- BERRY, T.H.; BECKER, D.E.; RASMUSSEN, O.G.; JENSEN, A.H.; NORTON, H.W. The limiting amino acids in soybean protein. *J. Anim. Sci.*, 21:558-65, 1962.
- BLAXTER, K.L. & MCGILL, R.F. Muscular dystrophy. *Vet. Rev. Annot.*, 10:91, 1965.
- BLOCK, H.J.; BLOCH, D.B.; STEARNS, M.; WALKER, W.A. Intestinal uptake of macromolecules. VI. Uptake of protein antigen *in vivo* in normal rats and in rats infected with *Nippostrongylus brasiliensis* or subjected to milk systemic anaphylaxis. *Gastroenterology*, 77:1039-44, 1979.
- BOUCHARD, R.; BRISSON, G.J.; JULIEN, J.P. Nutritive value of bacterial sludge and whey powders for protein in calf milk replacers and on chromic oxide as indicator of digestibility. *J. Dairy Sci.*, 56:1445-9, 1973.
- BRING, A.N. & BARR, G.W. Effect of protein source of milk replacer on performance of dairy calves in cold housing. *J. Dairy Sci.*, 62(1):100, 1979. Suplemento.
- BRUMBAUGH, J.H. & KNOTT, C.B. Milk replacements for dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 35:336-41, 1952.
- BRYANT, J.M.; FOREMAN, C.F.; JACOBSON, N.L.; MCGILLIARD, A.D. Protein and energy requirements of the young calf. *J. Dairy Sci.*, 50:1645-53, 1967.
- CAMPOS, O.F. Spray-dried fish solubles, soy protein concentrate and limestone in milk replacers for young calves. East Lansing, Michigan State Univ., 1982. Tese Ph.D.
- CAMPOS, O.F. & HUBER, J.T. Performance and digestion by calves from limestone added to milk replacers containing soy protein concentrate. *J. Dairy Sci.*, 66:2365-72, 1983.
- CAMPOS, O.F.; HUBER, J.T.; BERGEN, W.G. Partial substitution of milk protein with spray-dried fish solubles or soy protein concentrates in milk replacers. *J. Dairy Sci.*, 65:1240-6, 1982a.
- CAMPOS, O.F.; HUBER, J.T.; MORRILL, J.L.; BROWNSON, R.K.; DAYTON, A.D.; HARRISON, H.J.S.; WARNER, R.G. Spray-dried fish solubles or soy protein concentrate in milk replacer formulations. *J. Dairy Sci.*, 65:97-104, 1982b.
- COLVIN, B.M.; LOWE, R.A.; RAMSEY, H.A. Passage of digesta from the abomasum of a calf fed soy flour milk replacers and whole milk. *J. Dairy Sci.*, 52:687-8, 1969.
- COLVIN, B.M. & RAMSEY, H.A. Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. *J. Dairy Sci.*, 52:270-3, 1969.
- COLVIN, B.M. & RAMSEY, H.A. Soy flour in milk replacers for young calves. *J. Dairy Sci.*, 51:898-904, 1968.
- DANELL, B. Officielt forsok med kalvmanna. s.l. s.ed., 1970. Trabalho apresentado no XIV "Astra-Eows AB Feed Protein Symposium," 1970.
- DEGREGORIO, R.M.; BARR, G.W.; STAHEL, N.; CRANE, F.M. Modified soy protein as a protein source in calf milk replacer. *J. Dairy Sci.*, 65(1):123, 1982. Suplemento.
- DEGROOT, A.P. & SLUMP, P. Effects of severe alkali treatment or proteins on amino acid composition and nutritive value. *J. Nutr.*, 98:45-50, 1969.
- FLATLANDSMO, K. Marine fat; digestibility of its fatty acids in young calves. *Acta Vet. Scand.*, 13:260-2, 1972.
- GARDNER, R.W.; MARTIN, D.L.; WEBER, D.J. Allergenicity of soybean milk replacers fed to calves. *J. Dairy Sci.*, 65(1):122, 1982. Suplemento.
- GELWICHS, T.J. The effect of fish flour as a protein source in milk replacers on the growth of young dairy calves. Urbana, Univ. of Illinois, 1965. Tese Mestrado.
- GENSKOW, R.D. Evaluation of low ash fish protein concentrate for use in calf milk replacer formulas. Urbana, Univ. of Illinois, 1969. Tese Ph.D.
- GERTLER, A. & NITSAN, Z. The effect of trypsin inhibitors upon the pancreato peptidase E, trypsin, chymotrypsin and amylase in the pancreas and intestinal tract of chicks, as compared to raw and heated soybean diets. *Br. J. Nutr.*, 24:893-9, 1970.
- GILLESPI, J.H. An evaluation of partially deboned fish protein concentrate as an ingredient in calf milk replacers. Urbana, Univ. of Illinois, 1971. Tese Mestrado.
- GORRILL, A.D.L. Physical and chemical characteristics of soybean and milk proteins before and after treatment with dilute alkali. *Can. J. Anim. Sci.*, 50:745-8, 1970.
- GORRILL, A.D.L.; JONES, J.D.; NICHOLSON, J.W.G. Low and high glucosinolate rapeseed flours and rapeseed oil in milk replacers for calves; their effects on growth, nutrient digestion and nitrogen retention. *Can. J. Anim. Sci.*, 56:409-16, 1976.
- GORRILL, A.D.L. & NICHOLSON, J.W.G. Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed milk replacers containing milk and soybean proteins, supplemented with methionine. *Can. J. Anim. Sci.*, 49:315-21, 1969.
- GORRILL, A.D.L. & NICHOLSON, J.W.G. Use of the Williams Polytron to homogenize fat and disperse insoluble ingredients in high-fat liquid milk replacers. *Can. J. Anim. Sci.*, 52:477-84, 1972.
- GORRILL, A.D.L.; NICHOLSON, J.W.G.; LARMOND, E.; POWER, H.E. Comparison of fish protein sources and milk by products in milk replacers for calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 55:269-78, 1975.
- GORRILL, A.D.L.; NICHOLSON, J.W.G.; POWER, H.E. Effects of milk, fish and soybean proteins in milk replacers, and feeding frequency on performance of dairy calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 52:321-8, 1972.

- GORRILL, A.D.L. & THOMAS, J.W. Proteolytic activity of the bovine pancreas. *J. Anim. Sci.*, 24:882-3, 1967.
- GORRILL, A.D.L.; THOMAS, J.W.; STEWART, W.E.; MORRILL, J.L. Exocrine pancreatic secretion by calves fed soybean and milk protein diets. *J. Nutr.*, 92:86-91, 1967.
- GUILLOTEAU, P.; TOULLEC, R.; CULIOLI, J.; DOUARON, D. Utilization of proteins by the preruminant veal calf. 5. Apparent digestibility of fish, soybean and field bean proteins. *Ann. Zootech.*, 26:15-28, 1977.
- HAYS, V.W.; SPEER, V.C.; HARTMAN, P.A.; CATRON, D.V. The effect of age and supplemental of amino acids on the utilization of milk and soya proteins by the young pig. *J. Nutr.*, 69:179-85, 1959.
- HUBER, J.T. Fish protein concentrate and fish meal in calf milk replacers. *J. Dairy Sci.*, 58:441-6, 1975.
- HUBER, J.T. & CAMPOS, O.F. Enzymatic hydrolysate of fish, spraydried fish solubles, and soybean protein concentrate in milk replacers for calves. *J. Dairy Sci.*, 65:2351-6, 1982.
- HUBER, J.T. & SLADE, L.M. Fish flour as a protein source in calf milk replacers. *J. Dairy Sci.*, 50:1296-300, 1967.
- HUBER, J.T. & SLEIMAN, F.T. Substitution of isopropanol extracted fish protein concentrate for dried skim milk in calf milk replacers. East Lansing, Michigan State Univ., 1971. (Michigan State Univ. Dairy Dep. Rep.)
- HUBER, J.T.; THOMAS, J.W.; STANDAERT, F.E. Response of calves fed milk replacers containing soybean protein concentrate, an enzymatic hydrolysate of fish or dried fish solubles as partial protein substitutes. *J. Dairy Sci.*, 61(1):176, 1978. Suplemento.
- JENKINS, K.J. Pepsin and pancreatin supplementation of calf milk replacer containing soy protein. *Can. J. Anim. Sci.*, 61:469-76, 1981.
- JENKINS, K.J.; MAHADEVAN, S.; EMMONS, D.B. Susceptibility of protein used in calf milk replacers to hydrolysis by various proteolytic enzymes. *Can. J. Anim. Sci.*, 60:907-14, 1980.
- KAKADE, M.L.; THOMPSON, R.M.; ENGELSTAD, W. E.; BEHRENS, G.C.; YODER, R.D.; CRANE, F.M. Failure of soybean trypsin inhibitor to exert deleterious effect in calves. *J. Dairy Sci.*, 59:1484-90, 1976.
- KAY, M.; MACLEOD, N.A.; MCKIDDIE, G.; PHILIP, E. B. The nutrition of the early-weaned calf. X. The effect of replacement of fish meal with either urea or ammonium acetate on growth rate and nitrogen retention in calves fed "ad libitum". *Anim. Prod.*, 9:197-201, 1967.
- KELLOR, R.L. Defatted soy flour and grits. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51:77A, 1974.
- KILSHAW, P.J. & SISSONS, J.W. Gastrointestinal allergy to soybean protein in preruminant calves; allergenic constituents of soybean products. *Res. Vet. Sci.*, 27:366-71, 1979a.
- KILSHAW, P.J. & SISSONS, J.W. Gastrointestinal allergy to soybean protein in preruminant calves; antibody production and digestive disturbances in calves fed heated soybean flour. *Res. Vet. Sci.*, 27:361-5, 1979b.
- KILSHAW, P.J. & SLADE, H. Passage of ingested protein into the blood during gastrointestinal hypersensitivity reactions; experiments in the preruminant calf. *Clin. Exp. Immunol.*, 41:575-82, 1980.
- KILSHAW, P.J. & SLADE, H. Villus atrophy and crypt elongation in the small intestine of preruminant calves fed with heated soybean flour or wheat gluten. *Res. Vet. Sci.*, 33:305-8, 1982.
- LOVERN, J.A. Problems in the development of fish protein concentrates. *Proc. Nutr. Soc.*, 28:81-5, 1969.
- MACDONALD, T.T. & FERGUSON, A. Hypersensitivity reactions in the small intestine. 2. Effects of allograft rejection on mucosal architecture and lymphoid cell infiltrate. *Gut*, 17:81-91, 1976.
- MAKDANI, D.D. Nutritional value of fish protein concentrate. East Lansing, Michigan State Univ., 1969. Tese Ph.D.
- MAKDANI, D.D.; HUBER, J.T.; MICHEL, R.L. Nutritional value of 1,2-dichloroethane extracted fish protein concentrate for young calves fed milk replacer diets. *J. Dairy Sci.*, 54:886-92, 1971.
- MAKDANI, D.D.; HUBER, J.T.; MICKELSEN, O.; BERGEN, W.G. The influence of water fractionation on the nutritional value of fish protein concentrate. *Nutr. Rep. Int.*, 9:309-17, 1974.
- MATRE, T. Mackarel flour as protein source in milk replacers for calves. *Meldinger Nor. Landbrukshoesgsk.*, 56:1-18, 1977.
- MATRE, T. Proteinkvaliteten i erstatningsmjølk til kavar. *Nord. Jordbrugsforsk.*, 53:3368, 1971.
- MATRE, T. Proteinkvaliteten i keilmjølk erstatninger til kalvar. s.l., s.ed., 1970. Trabalho apresentado no "Meeting on Cattle Experiments", Noruega, dez. 1970.
- MEDWADWSKI, B.F.; VEEN, J. van der; OLCOTT, H.S. Nature of residual lipids in fish protein concentrate. *J. Food Sci.*, 32:361-5, 1967.
- MICHEL, R.L.; MAKDANI, D.D.; HUBER, J.T.; SCULTHORPE, A.E. Nutritional myopathy due to vitamin E deficiency in calves fed fish protein concentrate as the sole source of protein. *J. Dairy Sci.*, 55:498-506, 1972.
- MICKELSEN, O. & YANG, M.G. Naturally occurring toxicants in foods. *Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*, 25:104-10, 1966.
- MORRILL, J.L.; MELTON, S.L.; DAYTON, A.D.; GUY, E.J.; PALLANSCH, M.J. Evaluation of milk replacers containing a soy protein concentrate and high whey. *J. Dairy Sci.*, 54:1060-3, 1971.

- MORRISON, A.B. & CAMPBELL, J.A. Studies on the nutritional value of defatted fish flour. *Can J. Biochem. Physiol.*, 38:467-73, 1960.
- MORRISON, A.B.; SABRY, Z.I.; MIDDLETON, E.J. Factors influencing the nutritional value of fish flour. I. Effects of extraction with chloroform or ethylene dichloride. *J. Nutr.*, 77:97-104, 1962.
- NITSAN, Z.R.; VOLCANI, R.; GORDIN, S.; HASDAI, A. Growth and nutrient utilization by calves fed milk replacers containing milk or soybean protein concentrate toasted to various degrees. *J. Dairy Sci.*, 54:1294-9, 1971.
- NITSAN, Z.R.; VOLCANI, R.; HASDAI, A.; GORDIN, S. Soybean protein substitute for milk protein in milk replacers for suckling calves. *J. Dairy Sci.*, 55:811-21, 1972.
- O'DELL, R.L. Effect of dietary components upon zinc availability. *Am. J. Clin. Nutr.*, 22:1315-9, 1969.
- OPSTVEDT, J.; SOBSTAD, G.; HANSEN, P. Functional fish protein concentrate in milk replacers for calves. *J. Dairy Sci.*, 61:72-82, 1978.
- PAGANELLI, R.; LEVINSKY, R.J.; BROSTOFF, J.; WRAITH, D.G. Immune complexes containing food proteins in normal and atopic subjects after oral challenge and effect of sodium cromoglycate on antigen absorption. *Lancet*, 1:1270-2, 1979.
- PATTON, R.S.; CHANDLER, P.T.; GONZALEZ, O.G. Nutritive value of crab meal for young ruminating calves. *J. Dairy Sci.*, 58:404-9, 1975.
- PEJIC, N. & KAY, M. Soya flour in milk replacers for young calves. *Anim. Prod.*, 28:420-5, 1979.
- POLZIN, H.W.; OTTERBY, D.E.; MURPHY, J.M.; WILLIAMS, J.B. Crude casein and meat solubles in milk replacers. *J. Dairy Sci.*, 59:1842-4, 1976.
- POND, W.G.; SNYDER, W.; WALKER, E.F.; STILLINGS, B.R.; SIDWELL, V. Comparative utilization of casein, fish protein concentrate and isolated soybean protein in liquid diets for growth of baby pigs. *J. Anim. Sci.*, 33:587-91, 1971.
- PORTER, J.W.G. Digestion in the preruminant animal. *Proc. Nutr. Soc.*, 28:115-21, 1969.
- PORTER, J.W.G. & HILL, W.B. Nitrogen balance trials with calves given synthetic milk diets. In: NATIONAL INSTITUTE OF RESEARCH ON DAIRYING. Annual report. Reading, 1964.
- PRESTON, T.R.; NDUMBE, R.D.; WHITELAW, F.G.; CHARLENSON, E.B. The effect of partial replacement of groundnut meal by white-fish meal in the diet of early-weaned calves. *Anim. Prod.*, 2:153-8, 1960.
- PRESTON, T.R.; WHITELAW, F.G.; MACLEOD, N.A.; PHILIP, E.B. The nutrition of the early-weaned calf. VIII. The effect on nitrogen retention of diets containing different levels of fish meal. *Anim. Prod.*, 7:53-8, 1965.
- PRITCHARD, W.R.; REHFELD, C.E.; SAUTTER, J.H. Aplastic anemia of cattle associated with ingestion of trichloroethane extracted soybean oil meal; clinical and laboratory investigation of field cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 121:1-9, 1952.
- RAMSEY, H.A. & WILLARD, T.R. Soy protein for milk replacers. *J. Dairy Sci.*, 58:436-41, 1975.
- RAVEN, A.M. Nutritional effects of including different levels and sources of protein in milk replacers for calves. *J. Sci. Food Agric.*, 23:517-26, 1972.
- ROY, J.H.B.; STOBO, I.J.F.; SHOTTON, S.M.; GANDERTON, P.; GILLIES, C.M. The nutritive value of non-milk proteins for the pre-ruminating calf; the effect of replacement of milk protein by soya-bean or fish-protein concentrate. *Br. J. Nutr.*, 38:167-88, 1977.
- RUPEL, I.W. & WILSON, K.O. De-fatted fish meal as an ingredient in milk replacers for young calves. s.l., Texas Agric. Exp. Stn., 1962. (Feed Serv. Rep., 24)
- SAMBETH, W.; NEISHEIM, M.C.; SERAJIN, J.A. Separation of soybean whey into fractions with different biological activities for chicks and rats. *J. Nutr.*, 92:479-83, 1967.
- SEEGRABER, F.J. & MORRILL, J.L. Effect of soy protein on calves intestinal absorptive ability and morphology determined by scanning electron microscopy. *J. Dairy Sci.*, 65:1962-70, 1982.
- SIDWELL, V.D.; STILLINGS, B.R.; KNOBL, G.M. The fish protein concentrate story: 10. U.S. Bureau of Commercial Fisheries, FPC's: nutritional quality and use in foods. *Food Technol.*, Chicago, 24: 876-82, 1970.
- SILVA, A.G. Factors affecting utilization of soybean proteins included in milk replacers for young calves. East Lansing, Michigan State Univ., 1984. Tese Ph.D.
- SILVA, A.G.; HUBER, J.T.; DEGREGORIO, R.M. Influence of substituting two types of soybean protein for milk protein on gain and utilization of milk replacers in calves. *J. Dairy Sci.*, 69:172-80, 1986.
- SILVA, A.G.; HUBER, J.T.; DERESZ, F.; DEGREGORIO, R.M. Effect of soybean protein in milk replacers for calves. *J. Dairy Sci.*, 67(1):140, 1984. Suplemento.
- SISSONS, J.W. & SMITH, R.H. The effect of different diets including those containing soya-bean products, on digesta movement and water and nitrogen absorption in the small intestine of the pre-ruminant calf. *Br. J. Nutr.*, 36:421-38, 1976.
- SMITH, R.H.; HILL, W.B.; SISSONS, J.W. The effect of diets containing soya products on the passage of digesta through the alimentary tract of the pre-ruminant calf. *Proc. Nutr. Soc.*, 29:2A, 1970.
- SMITH, R.H. & SISSONS, J.W. The effect of different feeds, including those containing soya-bean products, on the passage of digesta from the abomasum of the preruminant calf. *Br. J. Nutr.*, 33:329-49, 1975.
- SMITH, R.H. & WYNN, C.F. Effects of feeding soya

- products to preruminant calves. *Proc. Nutr. Soc.*, 30:75A, 1971.
- SORENSEN, J. & LYKKEAA, J. Fish Protein som erstatning for maelkeprotein i en sodmaelkerstatning (kalvmanna) In: LANDOKON FORSOGLAG. Autumn Mtg. yearbook. s.l., 1968. p.578.
- STILLINGS, B.R.; HAMMERLE, O.A.; SNYDER, D.G. Sequence of limiting amino acids in fish protein concentrate produced by isopropyl alcohol extraction of red hake (*Urophycis chuss*). *J. Nutr.*, 97:70-9, 1969.
- SURE, B. The addition of small amounts of defatted fish to whole yellow corn, whole wheat, whole and milled rye, grain sorghum and millet. I. Influence on growth and protein efficiency. II. Nutritive value of the minerals in fish flour. *J. Nutr.*, 63:409-16, 1957.
- TAVILL, F. & GONIK, A. Use of fish protein concentrate in the diets of weanling infants. *Am. J. Clin. Nutr.*, 22:1571-6, 1969.
- TAYLOR, T.G. The availability of the calcium and phosphorus of plant material for animals. *Proc. Nutr. Soc.*, 24:105-10, 1965.
- THOMPSON, D.B. & ERDMAN JUNIOR, J.W. The effect of soy protein isolate in the diet on retention by the rat of iron from radiolabeled test meals. *J. Nutr.*, 114:307-11, 1984.
- WALKER, W.A. Host defense mechanisms in the gastrointestinal tract. *Pediatrics*, 57:901-4, 1976.
- WALKER, W.A. & ISSELBACHER, K.J. Uptake and transport of macromolecules by the intestine; possible role in clinical disorders. *Gastroenterology*, 67:531-6, 1974.
- WALLACE, G.M.; BANNATYNE, W.R.; KHALEQUE, A. Studies on the processing and properties of soy milk. II. Effect of processing conditions on the trypsin inhibitor activity and the digestibility *in vitro* of proteins in various soy milk preparations. *J. Sci. Food Agric.*, 22:256-60, 1971.
- WHITELAW, F.G.; PRESTON, T.R.; DAWSON, G.S. The nutrition of the early-weaned calf. II. A comparison of commercial groundnut meal, heat treated groundnut meal and fish meal as the major protein source in the diet. *Anim. Prod.*, 3:127-33, 1961.
- WHITELAW, F.G.; PRESTON, T.R.; MACLEOD, N.A. The nutrition of the early-weaned calf. V. The effect of protein quality, antibiotics and level of feeding on growth and feed conversion. *Anim. Prod.*, 5:227-35, 1963.
- WILLIAMS, J.B. & KNOTT, C.B. The supplementation of milk replacements with enzymes and other products. *J. Anim. Sci.*, 10:975-81, 1951.
- WILLIAMS, J.B. & RUST, J.W. Study shows fish flour can be used in milk replacers. *Feedstuffs*, 40:56, 1968.
- WILLIAMS, V.J.; ROY, J.H.B.; GILLIES, C.M. Milk-substitute diet composition and abomasal secretion in the calf. *Br. J. Nutr.*, 36:317-35, 1976.
- WITTENBERG, K.M. & INGALLS, J.R. Utilization of fababean protein concentrate in milk substitute diets by preruminant calves. *J. Dairy Sci.*, 62:1626-32, 1979.
- YANES, E.; BALLESPER, D.; MACCIONI, A.; SPADA, R.; BARJA, I.; PAK, N.; CHICHESPER, C.O.; DONOSO, G.; MONCKEBERG, F. Fish-protein concentrate and sunflower prescake meal as protein sources for human consumption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 22:878-86, 1969.