

**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 of 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.

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
		70	14-49	0,35	85,0	77,0
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	—	—
		70	3-42	0,64	—	—
		0(leite)	3-31	0,44	93,6	90,8
Jenkins (1981)	PCS ^d - PIS ⁱ	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
		0(leite)	5-21	0,30	92,0	90,1
Akinyele & Harshbarger (1983)	PCS ^d , FS ^j	100(SPC)	5-21	-0,07	70,0	56,6
		100(FS)	5-21	-0,11	71,0	61,3
		0(leite)	0-52	0,33	89,6	82,5
Silva (1984)	PMS ^l , FSA ^m	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.

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
Roy et al. (1977)	PCP ^f	25	0-3	0,283	89,0	76,0
		35	0-3	0,880	87,0	83,0
Opstvedt et al. (1978)	PCP ^f	65	0-3	0,860	83,0	75,0
		0 (leite)	1-9	0,514	98,3	96,1
		36	1-3	0,142	94,5	84,4
Huber et al. (1978)	PCP-PD ^g	36	4-5	0,337	97,0	93,7
		96	1-9	0,303	95,3	90,5
		0 (leite)	0-6	0,416	—	—
Huber & Campos (1982)	HEP ^h	33	0-6	0,303	—	—
		16.5	0-6	0,356	—	—
Campos et al. (1982a)	SP ⁱ	0 (leite)	1-7	0,416	—	—
		33	1-7	0,304	—	—
Campos et al. (1982b)	SPP ⁱ	0 (leite)	0-6	0,318	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.

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 oligossacarídeos, 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-

tuição 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 consequência 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.

- 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. Mackerel flour as protein source in milk replacers for calves. *Meldinger Nor. Landbrukshoe-gsk.*, 56:1-18, 1977.
- MATRE, T. Proteinkvaliteten i erstatningsmjølk til kavar. *Nord. Jordbrugforsk.*, 53:3368, 1971.
- MATRE, T. Proteinkvaliteten i keilmjølkerstatningar 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.

- 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 Mfg. 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 weaning 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 prescave meal as protein sources for human consumption. *Am. J. Clin. Nutr.*, **22:878-86**, 1969.