

Estudo do polimorfismo genético da α_{s1} -caseína em cabras, no Estado de Pernambuco, Brasil

Ariosto Afonso da Silva¹, Manoel Adrião^{1*}, George Chaves Jimenez¹, Madriano Christilis da Rocha Santos², Aurea Wischral² e José Augusto Bastos Afonso³

¹Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. ²Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Clinica de Bovinos de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: manoadriao@yahoo.com.br

RESUMO. O Estado de Pernambuco tem uma vocação pecuária, especialmente, para a exploração de caprinos. Dentre as proteínas, chamadas de caseínas, a α_{s1} -caseína foi a primeira proteína comprovada com base no polimorfismo genético. Objetivando realizar a genotipagem de cabras criadas no sertão, agreste e zona da mata do Estado de Pernambuco, por meio da técnica de PCR-RFLP, estudou-se o polimorfismo do gene da α_{s1} -caseína. Utilizaram-se 60 animais, divididos em três grupos de 20 animais, das raças Moxotó, Alpina Americana e SRD (Sem Raça Definida). A extração do DNA foi realizada com a utilização do protocolo fenol-clorofórmio, e o gene da α_{s1} -caseína foi amplificado por meio da PCR (reação da polimerase em cadeia). Em seguida, foi utilizada a enzima de restrição *XmnI* para obter a frequência alélica das raças estudadas. Encontrou-se, nos caprinos, os alelos da α_{s1} -caseína B e D que foram predominantes para a raça nativa Moxotó e animais SRD (100%), e os alelos C e D, para a raça Alpina Americana (100%), concluindo-se que existem variações genéticas para o gene da α_{s1} -caseína do leite das raças caprinas estudadas, embora se evidencie a proximidade genética entre a Moxotó e SRD.

Palavras-chave: CSN1S1, leite, PCR-RFLP.

ABSTRACT. Study of the genetic polymorphism of the α_{s1} -casein in goats of Pernambuco State, Brazil. The Pernambuco State, has been a livestock area, mainly for the caprine exploration. Among the proteins, called caseins, the α_{s1} -casein was the first proved protein with base in the genetic polymorphism. To genotype goats of the “sertão”, “agreste” and “zona da mata” regions of the Brazilian State of Pernambuco, through the PCR-RFLP technique, we studied the polymorphism of the α_{s1} -casein gene. Sixty animals were used, divided in three groups of twenty animals of the races Moxotó, American Alpine and UB (Undefined Breed). The DNA extraction was done by the phenol-chloroform protocol and the α_{s1} -casein gene was amplified through the PCR (Polymerase Chain Reaction). Then, the restriction enzyme *XmnI* was used to obtain the allele frequency of the studied races. In the goats, we found the α_{s1} -casein alleles B and D that predominantly were in the native race Moxotó and Ub animals (100%), the alleles, C and D for the American Alpine race (100%), concluding that there are genetic variations for the α_{s1} -casein in the milk of the goat races studied in the region, although it was observed a genetic proximity between Moxotó and UB.

Key words: CSN1S1, milk, PCR-RFLP.

Introdução

Tem-se dado muita importância aos estudos de recursos genéticos em animais domésticos, no entanto, as populações caprinas nativas da região nordeste e Sem Raça Definida (SRD) são pouco caracterizadas, e estes animais desempenham papel socioeconômico muito importante para populações das regiões de clima semi-árido porque dependem destes para sua subsistência (Henson, 1992).

A rusticidade desses animais (Souza Neto, 1987) bem como a facilidade de adaptação às condições

ambientais contribuíram para tornar essa atividade relevante, nas pequenas e médias propriedades rurais (Cardoso, 2002). Nessa região, a criação de caprinos nativos da raça Moxotó e SRD, contribui para a sobrevivência da população que utiliza o leite e a carne destes animais (Bandeira *et al.*, 2004). Porém, a criação é caracterizada por práticas de manejo inadequadas o que interfere na produtividade do rebanho (Azevedo, 1982).

Os animais SRD proporcionam a formação de rebanhos mestiços mais produtivos em comparação

às nativas (Moxotó), pois as crias reúnem o potencial genético de uma raça e a rusticidade de outra. Estes animais encontram-se distribuídos por todo o Estado de Pernambuco e são criados de maneira extensiva (Ribeiro, 2004).

A raça Alpina Americana é especializada em produzir leite, criada principalmente na região da Mata, no Estado de Pernambuco, de maneira semi-intensiva (Ribeiro, 2006).

A composição do leite caprino varia de acordo com a raça e condições ambientais. A sua constituição protéica possui cinco proteínas principais: β -lactoalbumina, α -lactoalbumina, k-caseína, β -caseínas e α -caseínas. Para a α -caseína, foram descritos os alelos A, B, C, D, E, F e O, sendo que os alelos A, B e C (alelos fortes) estão associados a uma alta taxa de síntese protéica; o alelo E está associado a uma taxa de síntese intermediária; os alelos F e D (alelos fracos), com uma baixa taxa de síntese; e o alelo O, com uma taxa de síntese nula (Manfredi et al., 1993).

Na cabra, o gene da α_{S1} -caseína (CSN1S1), por ser polimórfico, é o modelo para estudos desta proteína (Ramunno et al., 2005).

O polimorfismo genético da α_{S1} -caseína altera as características físico-químicas do leite de cabra. O leite procedente de genótipos “fortes” (A, B e C) apresenta propriedades de fácil e sólida coagulação, produzindo queijos mais firmes (Grosclaude et al., 1987; Jordana et al., 1996; Veress et al., 2004) do que o leite obtido nos “genótipos intermediários” (E) e “fracos” (F ou D) (Barbieri et al., 1995; Ricordeau et al., 1996; Martin et al., 1999; Ricordeau et al., 2000). Há uma inconveniência dos genótipos fortes e intermediários com relação ao sabor do queijo (Vassal et al., 1994; Barbieri et al., 1995; Clark e Sherbon, 2000) e tem sido discutido se isso é realmente um efeito do gene CSN1S1 ou a consequência da lipólise dos ácidos graxos durante a maturação do queijo (Delacroix-Buchet et al., 1996; Analla et al., 2000; Clark e Sherbon, 2000).

O leite de cabra também é reconhecido pela sua importância na alimentação das crianças e das pessoas idosas, visto que possuiu boa digestibilidade (McCullough, 2003), eficientes propriedades terapêuticas (Pina et al., 2003; Jensen et al., 2004; López-Aliaga et al., 2005) e é recomendado para ser consumido por pessoas alérgicas ao leite de vaca (Wal, 2001; Muñoz Martin et al., 2004) ou pela falta deste ou do leite materno (Roncada et al., 2002; Elsayed et al., 2004; Haenlein, 2004; Nouaille et al., 2005).

A caprinocultura, pela expressão socioeconômica que representa para a população da região nordeste do

Brasil necessita da implantação de biotecnologias com a finalidade de melhorar a produtividade dos seus rebanhos. O estudo do polimorfismo genético da α_{S1} -caseína, de animais criados nas condições zoonosológicas e de bioclimatologia do Estado de Pernambuco, permitirá o conhecimento da síntese protéica do leite de cabras de diferentes raças, o que, a partir de um programa de melhoramento genético, utilizando animais com características desejadas, permitirá melhorias nos sistemas de produção de leite.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os alelos do gene CSN1S1 da α_{S1} -caseína, com a enzima *XmnI*, presentes em cabras nativas Moxotó, SRD e Alpina Americana, nos rebanhos do Estado de Pernambuco.

Material e métodos

Animais

Foram utilizadas 60 fêmeas caprinas adultas, divididas em três grupos de 20 animais. O primeiro grupo foi formado por animais Sem Raça Definida (SRD) – Região do Agreste/Médio Capibaribe; o segundo, pela raça Moxotó – Região do Sertão/Vale do Moxotó, ambas criadas em sistema extensivo; e o terceiro grupo, pela raça Alpina Americana – Região da Mata, Estado de Pernambuco, criada em regime semi-intensivo.

Extração do DNA e genotipagem

Para cada fêmea, foi coletado 5 mL de sangue total da veia jugular, usando tubos *vacutainer* contendo 7,5 mg de EDTA. Os leucócitos foram separados do plasma por centrifugação (10 min. a 825 g). As lavagens dos leucócitos foram realizadas com uma solução de NaCl a 0,9% por, no mínimo, três vezes (5 min. a 825 g).

O DNA genômico foi extraído de uma alíquota de 100 μ L de leucócitos, usando 100 μ L de TE (Tris 10 mM – EDTA 1 mM pH 8,0) e 100 μ L de fenol equilibrado pH 8,0 (5 min. a 17.968 g). Uma alíquota de 100 μ L do sobrenadante foi adicionado 100 μ L de fenol-clorofórmio (1:1) (5 min. a 17.968 g), em seguida, a uma alíquota de 100 μ L do sobrenadante foi adicionado 100 μ L de clorofórmio (5 min. a 17.968 g). Para precipitação do DNA, foi utilizado 10 μ L de acetato de amônio 3 M, 100 μ L do sobrenadante (DNA) e 100 μ L de isopropanol, esta mistura foi incubada por, no mínimo, 60 min em freezer a -20°C (5 min. a 17.968 g). O pellet foi lavado com 500 μ L de etanol 70% (5 min. a 17.968 g). O DNA foi avaliado, em gel, de agarose 0,8%, em luz ultravioleta, com marcador de peso molecular fago- λ (100 ng μ L⁻¹), corado com brometo de etídeo (10 ng μ L⁻¹).

Os caprinos foram genotipados para o gene da α_{s1} -caseína, usando a reação de polimerase em cadeia e polimorfismo no comprimento de fragmentos de restrição (PCR-RFLP) (Ramunno *et al.*, 2000).

Cada PCR foi realizado em 25 μ L de uma reação de mistura para amplificação, contendo 30 ng de DNA genômico, 2,5 μ L de 10X PCR, 1,75 μ L de $MgCl_2$ (50 Mm) (Invitrogen), 10 pmol de cada *primer* (direto 5'-TTCTAAAAGTCTCAGAGGCAG-3', reverso 5'-GGGTTGATAGCCTTGTATGT-3'), 2,5 μ L de dNTP cada, com 2 mM, 14,45 μ L de água milliQ e 0,8 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen).

O protocolo de amplificação consistiu-se de um ciclo inicial de 97°C por 2 min., 60°C por 45 s, 72°C por 2 min. e 30 s, seguidos de 30 ciclos de 94°C por 45 s, 60°C por 45 s, 72°C por 2 min. e 30 s, com aumento progressivo de 4 s a cada ciclo na extensão; com uma extensão final de 72°C por 10 min. no final do ciclo.

O fragmento amplificado de 230 bp foi digerido em volume final de 15 μ L: 5 μ L do produto de PCR, 8,5 μ L de água milliQ, 1,5 μ L de tampão da enzima, 0,8 U da enzima *XmnI* (New England – Biolabs), por quatro horas a 37°C; em seguida, inativação da enzima a 65°C por 20 minutos. Os produtos dos fragmentos digeridos foram analisados em gel de agarose 2%, usando marcador de peso molecular DNA-Ladder 50 bp (Invitrogen), corado com brometo de etídeo (10 ng μ L⁻¹).

Os dados foram tratados de forma descritiva, calculando a frequência das bandas alélicas encontradas, na forma de percentis (%), para se estabelecer a ocorrência dos alelos encontrados em cada raça dos caprinos estudados.

Resultados e discussão

As amplificações dos alelos CSN1S1 da α_{s1} -caseína ocorreram em todos os animais estudados e apresentaram o mesmo padrão de banda com 230 pb (Figura 1).

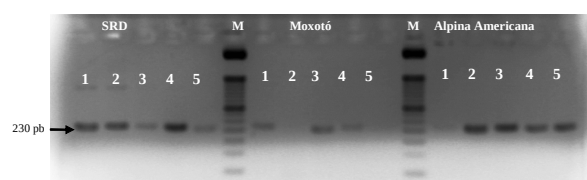


Figura 1. Fragmento de DNA amplificado (230bp), contendo a região do gene CSN1S1 da α_{s1} -caseína caprina. M: Marcador DNA-Ladder 50 bp.

Figure 1. DNA amplified fragment (230bp) containing the goat CSN1S1 gene of goat α_{s1} -casein. M - DNA-Ladder 50 bp.

Os resultados da clivagem enzimática (*XmnI*) para os animais SRD e Moxotó apresentaram o

mesmo padrão de pares de base, com os alelos B (65 pb + 165 pb) e D (230 pb), entretanto a Alpina Americana apresentou um único padrão diferente, com alelos C (210 pb) e D (230 pb) (Figura 2 e Tabela 1).

Tabela 1. Frequência alélica para α_{s1} -caseína nas raças Alpina Americana, Moxotó e SRD.

Table 1. Allelic frequency of α_{s1} -casein in American Alpine, Moxoto and SRD goats.

Raças	Nº de animais	Alelos
Alpina americana	20	C/D (100%)
Moxotó	20	B/D (100%)
SRD	20	B/D (100%)

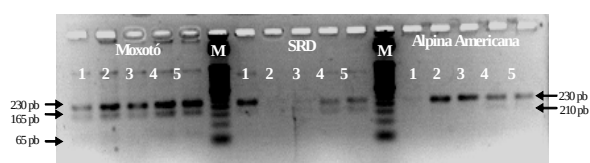


Figura 2. Padrão eletroforético obtido por digestão com endonuclease *XmnI* da região do DNA que contém o gene CSN1S1 de caprinos. M: Marcador DNA-Ladder 50 bp.

Figure 2. DNA electrophoretic patterns obtained after digestion with *XmnI* endonuclease of the DNA region containing the goat CSN1S1 gene. M - DNA-Ladder 50 bp.

Na literatura especializada (Ramunno *et al.*, 2000), verifica-se que a enzima *XmnI* pode atuar entre os nucleotídeos 208 e 420, especificamente na região do oitavo intron, nono exon e parte do nono intron. Os *primers* específicos empregados neste trabalho flanquearam um fragmento de, aproximadamente, 230 bp, dentro do qual se encontra o polimorfismo que diferencia os alelos, possibilitando a genotipagem das variantes do gene da α_{s1} -caseína (Manfredi *et al.*, 1993; Ramunno *et al.*, 2000).

A raça Moxotó teve sua origem na região do Sertão Pernambucano, Vale do Moxotó, de onde foram obtidas as amostras para este estudo. Porém, a raça encontra-se disseminada por todo o Estado, sofrendo diluição genética pela participação em cruzamentos com raças exóticas ou outras nativas, dando origem ao rebanho sem raça definida (SRD) (Ribeiro *et al.*, 2004). A semelhança genética entre os animais Moxotó e SRD, observada neste estudo, caracteriza a presença da raça nativa (Moxotó) nos cruzamentos que deram origem os animais SRD, embora os rebanhos estudados estejam localizados em regiões geográficas diferentes (Sertão e Agreste, respectivamente).

Os alelos encontrados nas raças Moxotó e SRD (B/D) e na raça Alpina Americana (C/D) apresentam maior frequência para o alelo D, podendo ser encontrado nos três grupos raciais estudados. Ricordeau *et al.* (1999), analisando os alelos da α_{s1} -caseína em animais das montanhas dos Pirineus,

verificaram que o alelo E foi o mais freqüente entre as raças nativas. Na raça nativa Poitevine, o alelo B foi o mais freqüente (Ricordeau et al., 1996).

Pesquisas realizadas em diferentes raças, em países da Europa (Jordana et al., 1996; Vegarud et al., 1999; Analla et al., 2000; Marletta et al., 2000; Meggiolaro et al., 2000; Feligini et al., 2005) e nos Estados Unidos (Clarck e Sherbon, 2000), demonstraram maior variabilidade alélica nos animais da raça Alpina.

Na França, os rebanhos caprinos da raça Saanen e Alpina têm sido submetidos a programas de melhoramento que favorecem a presença de alelos fortes (especialmente o alelo A), visando à produção de queijos (Meggiolaro et al., 2000). A observação de alelos heterozigotos (alelos B/D e C/D) em todos os animais deste estudo, com a presença de alelos fortes (B e C), pode indicar a possibilidade de utilização destas raças para o mesmo fim nos rebanhos locais.

A heterozigose também foi observada nas raças Sarda, Verzaschese, Frontalasca, Saanen e Alpina com os alelos A/E, B/E, B/F e E/F (Feligini et al., 2005); na Alpina, com os alelos E/F e B/F (Meggiolaro et al., 2000); nas raças Malageña e Alpina, os alelos A/E, EE, E/F (Analla et al., 2000). Boulanger et al. (1984) encontraram polimorfismo da α_{S1} -caseína em animais das raças Alpina, Saanen e Poitevine e cruzamento Alpina/Saanen identificando os alelos A/B e B/C.

Considerando-se que a heterozigose, para muitos dos casos de ocorrência acima assinalados, manifestam alelos A, B e C conjuntamente a outras condições de alelia; pode-se admitir a possibilidade de que fenotipicamente esses animais venham a exibir a característica de uma forte produção de proteínas, característica importante para o leite destinado à produção de queijos, mesmo em presença de alelos que caracterizam produção moderada (alelo E), fraca (alelos D e F) ou nula (alelo O).

Conclusão

Com base nos resultados do presente trabalho, observa-se que há polimorfismo para o gene CSN1S1 da α_{S1} -caseína caprina, entre a raça Alpina Americana e a raça Moxotó, e animais SRD, característica do Estado de Pernambuco. Com isso, demonstra-se a proximidade genética entre a Moxotó e SRD, decorrente dos cruzamentos realizados aleatoriamente, uma vez que a raça Moxotó predomina na região do Estado em que o estudo foi realizado.

Referências

- ANALLA, M. et al. Comparaison de l'effet des allèles de la caséine α_{S1} sur le taux protéique du lait entre deux races caprines et deux milieux. In: ANPA-EAAP-CIHEAM-FAO INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIVESTOCK PRODUCTION AND CLIMATIC UNCERTAINTY IN THE MEDITERRANEAN, 1998, Agadir. *Proceedings...* Wageningen: Wageningen Pers, 2000. p. 247-250.
- AZEVEDO, C.F. *Criação de caprinos e ovinos no Nordeste*. Natal: Emparn, 1982. (Boletim técnico, n. 12).
- BANDEIRA, D.A. et al. Aspectos gerais da caprino-ovinocultura no Brasil e seus reflexos produtivo e reprodutivo. In: SANTOS, M.H.B. et al. (Ed.). *Diagnóstico de gestação na cabra e na ovelha*. São Paulo: Varela, 2004. p. 1-8.
- BARBIERI, M.E. et al. Influence du locus de la caséine alpha S1 sur les performances laitières et les paramètres génétiques des chèvres de race alpine. *Genet., Sel. Evol.*, Versailles, v. 27, n. 1, p. 437-450, 1995.
- BOULANGER, A. et al. Polymorphisme des caseïnes α -S1 et α -S2 de la chèvre (*Capra hircus*). *Genet., Sel. Evol.*, Versailles, v. 16, n. 2, p. 157-175, 1984.
- CARDOSO, J.R.A. *A importância da caprinovinocultura em assentamentos rurais de Mossoró*. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)–Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.
- CLARK, S.; SHERBON, J.W. Genetic variants of α_{S1} – CN in goat milk: breed distribution and association with milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Ruminant Res.*, Amsterdam, v. 38, p. 123-134, 2000.
- DELACROIX-BUCHET, A. et al. Influence des variants AA et FF de la caséine α_{S1} caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. *Lait*, Les Ulis, v. 76, p. 217-241, 1996.
- ELSAYED, S. et al. Evaluation of the allergenicity and antigenicity of bovine-milk α_{S1} -casein using extensively purified synthetic peptides. *Scand. J. Immunol.*, Oxford, v. 60, p. 486-493, 2004.
- FELIGINI, M. et al. Caprine α_{S1} -casein polymorphism: characterization of A, B, E and F variants by means of various biochemical and molecular techniques. *Food Technol.*, Chicago, v. 43, n. 2, p. 123-132, 2005.
- GROSCLAUDE, F. et al. A mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat α_{S1} -casein. *Genet., Sel. Evol.*, Versailles, v. 19, n. 4, p. 399-412, 1987.
- HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.*, Amsterdam, v. 51, p. 155-163, 2004.
- HENSON, E.L. In-situ conservation of livestock and poultry. Rome: FAO, 1992. (FAO Animal Production and Health, paper 99).
- JENSEN, V.B. et al. Bone mineral status in children with cow milk allergy. *Pediatr. Allergy Immunol.*, Southampton, v. 15, p. 562-565, 2004.
- JORDANA, J. et al. Gene frequencies of caprine α_{S1} -casein polymorphism in Spanish goat breeds. *Small Ruminant Res.*, Amsterdam, v. 20, p. 215-221, 1996.
- LÓPEZ-ALIAGA, I. et al. Goat milk feeding causes an

- increase in biliary secretion of cholesterol and a decrease in plasma cholesterol levels in rats. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 88, p. 1024-1030, 2005.
- MANFREDI, E. *et al.* Effects des variants de la caséine α S1 sur les performances laitières de chèvres. *Latí, Les Ulis*, v. 73, p. 567-572, 1993.
- MARLETTA, D. *et al.* The Argentata dell'Étna goat population: Analysis of the polymorphism of alphas1- and beta-caseins. *Zootec. Nutr. Anim.*, Rome, v. 26, n. 3, p. 153-156, 2000.
- MARTIN, P. *et al.* Genetic polymorphism of caseins: a tool to investigate casein micelle organization. *Int. Dairy J.*, Barking, v. 9, p. 163-171, 1999.
- McCULLOUGH, F.S.W. Nutritional evaluation of goat's milk. *Brit. Food J.*, Bradford, v. 105, n. 4/5, p. 239-251, 2003.
- MEGGIOLARO, D. *et al.* Preliminary study on alphas1-casein polymorphism in Val di Livio goats. *Zootec. Nutr. Anim.*, Rome, v. 26, n. 3, p. 149-152, 2000.
- MUÑOZ MARTIN, T. *et al.* Selective allergy to sheep and goat milk proteins. *Allerg. Immunopathology*, Madri, v. 32, n. 1, p. 39-42, 2004.
- NOUAÏLLE, S. *et al.* Improvement of bovine B-lactoglobulin production and secretion by *Lactococcus Lactis*. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, Ribeirão Preto, v. 38, p. 353-359, 2005.
- PINA, D.I. *et al.* Empleo de leche de cabra em pacientes com alergia a lãs proteínas de la leche de vaca. *An. Pediatr.*, Barcelona, v. 59, n. 2, p. 138-142, 2003.
- RAMUNNO, L. *et al.* Identification of the goat CSN1S1 allele by means of PCR-FRLP method. *Anim. Genet.*, Oxford, v. 31, p. 333-346, 2000.
- RAMUNNO, L. *et al.* Comparative analysis of gene sequence of goat CSN1S1 F and N alleles and characterization of CSN1S1 transcript variants in mammary gland. *Gene*, Amsterdam, v. 345, p. 289-299, 2005.
- RIBEIRO, M.N. *et al.* Conservação de raças caprinas nativas do Brasil: histórico, situação atual e perspectivas. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2004.
- RIBEIRO, F.L. A importância das cabras mestiças na produção de leite. *O Berro*, Salvador, n. 64, 2004.
- Disponível em: <http://www.accoba.com.br/ap_info_dc.asp?idInfo=324&idCategoria=1>. Acesso em: 28 dez. 2005.
- RIBEIRO, S.D.A. Caprinocultura: criação alpina americana. 2006. Disponível em: <<http://www.bodeonline.com.br/alpinaa.asp>>. Acesso em: 10 jan. 2006.
- RICORDEAU, G. *et al.* Fréquence dès allèles de la caséine alphas1 em race Poitevine. *Anim. Genet. Res. Inf.*, Rome, v. 17, p. 103 -108, 1996.
- RICORDEAU, G. *et al.* Fréquences alléliques dès caséines chez lès chèvres dès Pyrénées. Cãs particulier de la caséine β nulle. *INRA Prod. Anim.*, Castanet-Tolosan, v. 12, n. 1, p. 29-38, 1999.
- RICORDEAU, G. *et al.* Effets du locus de la caséine α s1 sur lès performances laitières dès chèvres Poitevines. *Anim. Genet. Res. Inf.*, Rome. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON GOATS, 7., 2000, Tours. *Proceedings...* Tours: INRA, 2000. p. 249-251.
- RONCADA, P. *et al.* Identification of caseins in goat milk. *Proteomics*, Weinheim, v. 2, p. 723-726, 2002.
- SOUZA NETO, J. *Características gerais da caprinocultura leiteira no estado de Pernambuco*. Sobral: Embrapa-CNPQ, 1987. (Boletim de pesquisa, n. 4).
- VASSAL, L. *et al.* Influence des variants AA, EE, et FF de la caséine α s1 caprine sur lè rendement fromager et lès caractéristiques sensorielles des fromages traditionels: premières observations. *Latí, Les Ulis*, v. 74, p. 89-103, 1994.
- VEGARUD, G.E. *et al.* Caseins and caseinates: structures, interactions, networks. *Int. Dairy J.*, Barking, v.9, n. 3-6, p. 367-368, 1999.
- VERESS, G.Y. *et al.* Polymorphism of the α s1-casein, k-casin and β -lactoglobulin genes in the Hungarian Milk Goat. *South Afr. J. Anim. Sci.*, Pretoria, v. 34, n. 1, p. 20-23, 2004.
- WAL, J.M. Structure and function of milk allergens. *Allerg*, Copenhagen, v. 56, Suppl. 67, p. 35-38, 2001.

Received on November 21, 2006.

Accepted on May 29, 2007.