

INFLUÊNCIA DAS BACTÉRIAS LÁTICAS MESÓFILAS: *Streptococcus cremoris*,
Streptococcus lactis, *Streptococcus diacetylactis* e *Leuconostoc citrovorum* NAS
CARACTERÍSTICAS DO QUEIJO TIPO MINAS. NITROGÊNIO SOLÚVEL, NITROGÊNIO
NÃO PROTEICO E ÍNDICE DE MATURAÇÃO¹

I. A., BONASSI*
J. S., GOLDONI*

Summary

The objective of the present work was to compare the influence of some mesophilic lactic acid bacteria: Streptococcus cremoris, S. lactis, S. diacetylactis and Leuconostoc citrovorum, as they affect soluble nitrogen, non proteic nitrogen and ripening degree of Minas cheese

In cheeses prepared with different associations of bacteria species soluble nitrogen, non proteic and ripening degree were determined at 10, 20 and 30 days after elaboration.

The data verified that there was no definite relation among the obtained values and the different ratios of the utilized bacteria. However a gradual increase of these values during ripening was verified

Introdução

A utilização de microrganismos na elaboração de queijos, praticamente existe desde os primórdios de sua fabricação. Antigamente, quando o queijo era fabricado em condições empíricas com a utilização de leite cru, podia-se considerar que o mesmo tinha uma flora diversa. Com a melhoria da qualidade do leite, e com a utilização da pasteurização como etapa anterior à fabricação tornou-se imprescindível a adição de cultura láctica selecionada para fornecer os microrganismos necessários à obtenção de um produto adequado (9).

As bactérias lácticas mesófilas homofermentativas: *Streptococcus cremoris* e *Streptococcus lactis* são comumente usadas isoladamente ou em combinação com

as heterofermentativas *Streptococcus diacetylactis* e *Leuconostoc citrovorum* na fabricação de diversas variedades de queijos (6, 12). No Brasil estas espécies são utilizadas principalmente na elaboração de queijos de massa crua e semi cozida.

A presente pesquisa foi desenvolvida tendo por objetivo fazer um estudo comparativo sobre a influência destas espécies em relação ao nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação do queijo tipo Minas. O trabalho foi estabelecido para estudar o comportamento isolado ou em combinação e também variações nas concentrações das diferentes espécies de bactérias lácticas. Simultaneamente, procurou-se verificar a evolução de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação no decorrer da cura do queijo Minas.

Materiais e métodos

Utilizou-se na presente pesquisa leite pasteurizado tipo C. No laboratório procedeu-se às análises do

¹ Recebido 19 febreiro 1981.

* Professores do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agronômicas do "Campus" de Botucatu - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, S.P., Brasil.

leite, conforme descrito em Bonassi *et al* (4). O leite utilizado apresentou valores de acidez expressa em ácido láctico de 0.17% a 0.19% e para a matéria graxa valores de 3.1 a 3.5%.

Estabelecidos os tratamentos a serem efetuados, foi feita a distribuição ao acaso em 4 ensaios. Para confirmar a casualização e para maior segurança nas determinações, foi constituído posteriormente o ensaio de número V. Esse, também foi formado ao acaso, englobando um tratamento de cada ensaio anterior.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com esquema fatorial. A comparação das médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tuckey (8). Todos os ensaios foram realizados com queijos distribuídos em 3 blocos de 5 tratamentos. Cada bloco constituiu-se de peças de queijos obtidas de um mesmo leite de fabricação, repartidos em 5 tanques de aço inoxidável, para serem efetuados os tratamentos. Cada unidade experimental foi constituída por um queijo de 16 cm de diâmetro e 5 cm de altura. Os tratamentos foram:

ENSAIO I

1. Testemunha (T) — Sem adição de bactérias lácticas
2. 95% de *S. lactis* e 5% de *S. diacetilactis*
3. 95% de *S. lactis* e 5% de *L. citrovorum*
4. *S. cremoris*
5. 50% de *S. lactis* e 50% de *L. citrovorum*

ENSAIO II

1. Testemunha (T) — Sem adição de bactérias lácticas
6. 75% de *S. cremoris*, 5% de *S. lactis* e 20% de *S. diacetilactis*
7. *S. lactis*
8. 50% de *S. lactis* e 50% de *S. diacetilactis*
9. 95% de *S. cremoris* e 5% de *S. lactis*

ENSAIO III

1. Testemunha (T) — Sem adição de bactérias lácticas
10. 70% de *S. cremoris*, 5% de *S. lactis*, 20% de *S. diacetilactis*, 5% de *L. citrovorum*. Neste tratamento utilizou-se CH Normal 01 (10).
11. 50% de *S. cremoris* e 50% de *L. citrovorum*
12. 90% de *S. cremoris*, 5% de *S. lactis* e 5% de *L. citrovorum*
13. 95% de *S. cremoris* e 5% de *S. diacetilactis*

ENSAIO IV

1. Testemunha (T) — Sem adição de bactérias lácticas
14. 50% de *S. cremoris* e 50% de *S. lactis*
15. 50% de *S. cremoris* e 50% de *S. diacetilactis*
16. 25% de *S. cremoris*, 25% de *S. diacetilactis*, 25% de *S. lactis* e 25% de *L. citrovorum*
17. 95% de *S. cremoris* e 5% de *L. citrovorum*.

ENSAIO V

1. Testemunha (T) — Sem adição de bactérias lácticas
3. 95% de *S. lactis* e 5% de *L. citrovorum*
7. *S. lactis*
10. 70% de *S. cremoris*, 5% de *S. lactis*, 20% de *S. diacetilactis* e 5% de *L. citrovorum*. Neste tratamento utilizou-se a cultura CH normal 01 (10).
11. 50% de *S. cremoris* e 50% de *S. diacetilactis*

A fabricação foi efetuada segundo Bonassi *et al* (4). A cultura láctica, variou conforme os tratamentos, sendo utilizada na proporção de 1%, em relação ao leite de fabricação. O tempo de coagulação para todos os tratamentos foi 45 minutos (4).

Decorridos 10, 20 ou 30 dias após o início da fabricação, retirou-se da câmara de maturação um queijo de cada tratamento, eliminou-se uma porção de 2 cm correspondente à casca. Após serem raladas, as amostras devidamente acondicionadas em frasco de vidro foram armazenadas em congelador a $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo posteriormente efetuadas as análises químicas, num período máximo de 1 mes.

As determinações feitas foram: a) nitrogênio na forma solúvel em água (18), utilizando-se o método Kjeldahlmicro (2); b) nitrogênio não proteico (13), utilizando-se o método Kjeldahl-micro (2); c) o índice de maturação (% de nitrogênio solúvel em relação ao nitrogênio total) foi calculado pela fórmula: $\text{N solúvel} \times 100/\text{N total}$ (18)

Resultados e discussão

Os valores médios, obtidos para todos os tratamentos e a média dos resultados aos 10, 20 e 30 dias, para nitrogênio solúvel em água, nitrogênio não proteico (expresso em gramas/100 g de queijo) e índice de maturação (nitrogênio solúvel \times 100/nitrogênio total) são apresentados nos Quadros 1 a 5.

Pela observação aos Quadros 1 a 5, verifica-se que o teor médio de nitrogênio solúvel, para todos os tra-

Quadro 1. Teores médios de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também do índice de maturação, com os respectivos níveis de significância, obtidos para o queijo integral e em relação aos valores calculados na matéria seca, no ensaio I.

Tratamentos	N SOLÚVEL		N NÃO PROTEICO		ÍNDICE DE MATURAÇÃO ($\frac{N \text{ sol} \times 100}{N \text{ total}}$)
	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	
1	0.332 a*	0.570 a*	0.130 a*	0.222 a*	9.29 a*
2	0.318 a	0.522 a	0.138 a	0.228 a	8.33 a
3	0.360 a	0.590 a	0.137 a	0.223 a	9.63 a
4	0.342 a	0.551 a	0.150 a	0.240 a	8.96 a
5	0.356 a	0.587 a	0.144 a	0.240 a	9.49 a
d. m. s.	0.043	0.086	0.022	0.035	1.55
10 dias	0.294 a*	0.533 a*	0.115 a*	0.181 a*	8.52 a*
20 dias	0.334 b	0.558 ab	0.142 b	0.236 b	9.08 ab
30 dias	0.384 c	0.591 b	0.159 c	0.245 b	9.59 b
d. m. s.	0.027	0.055	0.014	0.022	0.99
CV %	4.49	5.32	5.94	5.72	5.95

* Para cada determinação química em cada conjunto, letras iguais indicam não haver diferença ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Quadro 2. Teores médios de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também do índice de maturação, com os respectivos níveis de significância, obtidos para o queijo integral e em relação aos valores calculados na matéria seca, no ensaio II.

Tratamentos	N SOLÚVEL		N NÃO PROTEICO		ÍNDICE DE MATURAÇÃO ($\frac{N \text{ sol} \times 100}{N \text{ total}}$)
	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	
1	0.341 a*	0.547 a*	0.150 a*	0.238 a*	9.10 a*
6	0.358 a	0.561 a	0.163 a	0.256 a	8.68 a
7	0.359 a	0.572 a	0.154 a	0.243 a	9.18 a
8	0.370 a	0.573 a	0.156 a	0.244 a	9.11 a
9	0.373 a	0.560 a	0.174 a	0.274 a	9.61 a
d. m. s.	0.049	0.079	0.025	0.039	1.53
10 dias	0.315 a*	0.552 a*	0.127 a*	0.221 a*	8.70 a*
20 dias	0.347 b	0.549 a	0.167 b	0.263 b	8.88 ab
30 dias	0.418 c	0.618 b	0.185 c	0.269 b	9.83 b
d. m. s.	0.031	0.050	0.016	0.025	0.98
CV %	5.09	4.99	5.75	5.57	6.00

* Para cada determinação química, em cada conjunto, letras iguais indicam não haver diferença ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

tamentos dos cinco experimentos realizados, variou de 0.318 a 0.419 g/100 g no queijo integral e de 0.503 a 0.636 g/100 g na matéria seca. O nitrogênio não proteico variou de 0.130 a 0.196 g/100 g no queijo integral e de 0.208 a 0.292 g/100 g na matéria seca. O índice de maturação variou de 8.07 a 10.61

Com relação aos resultados encontrados neste trabalho, pode ser verificado através dos Quadros 1 a 5 que não houve diferença significativa nos ensaios I, II, III e IV, para os diversos tratamentos, em todas as determinações efetuadas. O tratamento 15 do ensaio V, constituído de 50% de *S. cremoris* e 50% de

Quadro 3. Teores médios de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também do índice de maturação, com os respectivos níveis de significância, obtidos para o queijo integral e em relação aos valores calculados na amostra seca, no ensaio III.

Tratamentos	N SOLÚVEL		N NÃO PROTEICO		ÍNDICE DE MATURAÇÃO ($\frac{N \text{ sol} \times 100}{N \text{ total}}$)
	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	
1	0.348 a*	0.579 a*	0.156 a*	0.260 a*	9.63 a*
10	0.360 a	0.552 a	0.169 a	0.258 a	9.15 a
11	0.358 a	0.542 a	0.167 a	0.253 a	8.81 a
12	0.358 a	0.557 a	0.157 a	0.248 a	8.93 a
13	0.357 a	0.560 a	0.158 a	0.249 a	8.91 a
d.m.s.	0.039	0.064	0.019	0.032	1.02
10 dias	0.311 a*	0.517 a*	0.125 a*	0.211 a*	8.39 a*
20 dias	0.342 b	0.534 a	0.159 b	0.250 b	8.73 a
30 dias	0.415 c	0.623 b	0.199 c	0.299 c	10.13 b
d.m.s.	0.025	0.041	0.012	0.021	0.65
CV %	3.97	4.18	4.36	4.62	4.07

* Para cada determinação química, em cada conjunto, letras iguais indicam não haver diferença ao nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 4. Teores médios de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também do índice de maturação, com os respectivos níveis de significância, obtidos para o queijo integral e em relação aos valores calculados na amostra seca, no ensaio IV.

Tratamentos	N SOLÚVEL		N NÃO PROTEICO		ÍNDICE DE MATURAÇÃO ($\frac{N \text{ sol} \times 100}{N \text{ total}}$)
	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	
1	0.317 a*	0.521 a*	0.130 a*	0.211 a*	8.77 a*
14	0.332 a	0.503 a	0.151 a	0.232 a	8.07 a
15	0.357 a	0.544 a	0.136 a	0.208 a	8.78 a
16	0.353 a	0.540 a	0.140 a	0.214 a	8.63 a
17	0.336 a	0.527 a	0.137 a	0.213 a	8.32 a
d.m.s.	0.067	0.114	0.077	0.119	1.88
10 dias	0.280 a*	0.469 a*	0.121 a*	0.201 a*	7.66 a*
20 dias	0.318 a	0.502 a	0.125 ab	0.199 a	8.13 a
30 dias	0.418 b	0.610 b	0.170 b	0.247 a	9.76 b
d.m.s.	0.043	0.073	0.048	0.076	1.20
CV %	7.44	8.23	24.79	24.38	8.32

* Para cada determinação química, em cada conjunto, letras iguais indicam não haver diferença ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

S. diacetylactis mostrou os maiores teores de nitrogênio solúvel e de nitrogênio não proteico. Embora de acordo com Fryer (7), *S. diacetylactis* possua maior efeito proteolítico que outros estreptococcus lácticos, deve-se considerar que seu teor neste ensaio não foi estatisticamente diferente da testemunha

e no ensaio IV seu teor praticamente não diferiu das demais, fato esse que possibilita não levar em consideração esta diferença. Schrijver *et al.* (19), também não observaram diferença na degradação proteica e no nitrogênio solúvel, nos queijos fabricados unicamente com uma espécie homofermen-

Quadro 5. Teores médios de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também do índice de maturação, com os respectivos níveis de significância, obtidos para o queijo integral e em relação aos valores calculados na amostra seca, no ensaio V.

Tratamentos	N SOLÚVEL		N NÃO PROTEICO		ÍNDICE DE MATURAÇÃO ($\frac{N \text{ sol} \times 100}{N \text{ total}}$)
	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	Queijo Integral (g/100 g)	Amostra Seca (g/100 g)	
1	0.389 ab*	0.624 b*	0.183 ab*	0.290 ab*	10.61 b*
3	0.377 ab	0.570 ab	0.170 a	0.257 a	9.46 ab
7	0.354 a	0.532 a	0.169 a	0.257 a	8.72 a
10	0.370 ab	0.560 ab	0.196 b	0.292 b	9.21 ab
15	0.419 b	0.636 b	0.196 b	0.292 b	10.32 b
d. m. s.	0.051	0.084	0.021	0.034	1.40
10 dias	0.326 a*	0.535 a*	0.139 a*	0.229 a*	8.89 a*
20 dias	0.390 b	0.595 b	0.183 b	0.279 b	9.78 ab
30 dias	0.429 c	0.623 b	0.226 c	0.237 c	10.31 b
d. m. s.	0.032	0.053	0.013	0.022	0.90
CV %	4.94	5.25	4.24	4.65	5.28

* Para cada determinação química, em cada conjunto, letras iguais indicam não haver diferença ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tativa de estreptococo láctico ou em combinação com heterofermentativas, como a cultura do tipo BD (10).

Em todos os ensaios, a testemunha apresentou valores elevados de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e também de índice de maturação. Em alguns ensaios estes valores foram superiores a algumas combinações de bactérias lácticas; observados para nitrogênio solúvel na matéria seca e índice de maturação nos ensaios I, III, IV e V e para o nitrogênio não proteico na matéria seca nos ensaios III, IV e V. Resultados concordantes foram obtidos por Kiruchi *et al.* (11), que observaram fraca atividade proteolítica dos estreptococos lácticos comparativamente à outras bactérias e também com Thomas e Lowrie (20) que constataram deficiência em proteinase nas culturas lácticas da Nova Zelândia. Outros autores (1, 3, 14, 15, 16, 17, 21) além do mais, consideram que o coalho e as enzimas do leite ou da flora microbiana contaminante, tem maior efeito proteolítico que as bactérias lácticas.

Em relação às análises efetuadas aos 10, 20 e 30 dias, pode-se observar nos Quadros 1 a 5, que o nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação. Em alguns ensaios estes valores foram superiores a algumas combinações de bactérias lácticas; observados para nitrogênio solúvel na matéria seca e índice de maturação nos ensaios I, III, IV e V e para

o nitrogênio não proteico na matéria seca nos ensaios III, IV e V. Resultados concordantes foram obtidos por Kiruchi *et al.* (11), que observaram fraca atividade proteolítica dos estreptococos lácticos comparativamente à outras bactérias e também com Thomas e Lowrie (20) que constataram deficiência em proteinase nas culturas lácticas de Nova Zelândia. Outros autores (1, 3, 14, 15, 16, 17, 21) além do mais, consideram que o coalho e as enzimas do leite ou da flora microbiana contaminante, tem maior efeito proteolítico que as bactérias lácticas.

Em relação às análises efetuadas aos 10, 20 e 30 dias, pode-se observar nos Quadros 1 a 5, que o nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação, aumentaram com o desenvolvimento da cura. Estes resultados estão de acordo aos obtidos por Dahberg e Kosikowsky (5) em queijos tipo Cheddar.

Conclusão

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho possibilitaram concluir que, as diversas combinações de bactérias lácticas não alteraram o teor de nitrogênio solúvel em água, nitrogênio não proteico e índice de maturação do queijo tipo Minas. Foi constatado aumento gradual dos teores de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação durante a cura do queijo tipo Minas.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi fazer um estudo comparativo da influência de algumas espécies de bactérias lácticas mesófilas: *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis* e *Leuconostoc citrovorum* em relação ao nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação do queijo tipo Minas

Nos queijos preparados com diferentes combinações dessas espécies bacterianas, foram feitas aos 10, 20 e 30 dias determinações de nitrogênio solúvel, nitrogênio não proteico e índice de maturação

Pela análise dos dados obtidos constatou-se que, não houve uma relação definida entre os valores encontrados e as diferentes combinações de bactérias utilizadas. Verificou-se porém, um aumento gradual desses valores durante a cura.

Literatura citada

1. ALLEN, L. A. Studies in the ripening of Cheddar cheese. *Journal Dairy Research* 2(1):38-67, 1930
2. BAILEY, J. L. Miscellaneous analytical methods. In: *Techniques in protein chemistry*, 2 ed. Amsterdam, Elsevier, 1967. Cap. 11, pp 340-352.
3. BARIBO, L. E. e FOSTER, E. M. The intracellular proteinases of certain organisms from cheese and their relationship to the proteinases in cheese. *Journal Dairy Science*, 35(2):149-160, 1952.
4. BONASSI, I. A.; LIMA, U. de A.; e GOLDONI, J. S. Efeito da quantidade de coalho nas propriedades organolépticas do queijo tipo Minas. *Botucatu Cient., Ser. A., Ciências Agrárias*, 1:(fas. único):37-41, 1976
5. DAHBERG, A. C. e KOSIKOWSKI, F. V. The flavor volatile acidity, and soluble protein of Cheddar and other cheese. *Journal Dairy Science*, 30(3):165-174, 1947.
6. DAVIS, J. G. *Cheese-basic technology*, London, J. e A. Churchill, 1963. v.1, 463 p
7. FRYER, T. F. Microflora of Cheddar cheese and its influence on cheese flavor. *Dairy Science Abstracts*, 31(9):471-490, 1969.
8. GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*, 3.ed. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1963. 384 p.
9. HAMMOND, L. A. Starters and selected microorganisms in cheese making. *Food Technology Australia*, 28(1):11-13, 1976.
10. JESPERSEN, N. J. T. The use of commercially available concentrated starters. *Journal Society Dairy Technology*, 30(1):47-51, 1977.
11. KIRUCHI, T.; DESMAZEAUD, M. e BERGERE, J. L. Aptitude des Streptocóques lactiques à la proteólyse. I. Etude de l'action de Streptocóques lactiques mesophiles sur les constituants azotés du lait. *Lait*, 53(527):369-385, 1973.
12. LAWRENCE, R. C.; THOMAS, T. D. e TERRAGHI, B. E. Reviews of the progress of dairy science: cheese starters. *Journal Dairy Research*, 43(1):141-193, 1976.
13. MEZINCESCU, M. D. e SZABO, F. Method for the non-protein nitrogen of tissue. *Journal Biology Chemistry*, 115-131-138, 1936
14. O'KEEFE, R. B., FOX, P. F. e DALY, C. Contribution of rennet and starter proteases to proteolysis in Cheddar cheese. *Journal Dairy Research*, 43(1):97-107, 1976.
15. PERRY, K. D. e MCGILLIVRAY, W. A. The manufacture of "normal" and "starter free": Cheddar cheese under controlled bacteriological conditions. *Journal Dairy Research*, 31(2):155-165, 1964.
16. PETERSON, M. H., JOHNSON, M. J. e PRICE, W. V. Proteinase content of Cheddar cheese during making and ripening. *Journal Dairy Science*, 31(1):55-61, 1948.
17. REITER, B., SOROKIN, Y., PICKERING, A. e HALL, A. J. Hydrolysis of fat and small cheese made under aseptic conditions. *Journal Dairy Research*, 36(1):65-76, 1976.
18. SCHMIDT-HEBBEL, H. Alimentos protéicos: queso. In: *Química y tecnología de los alimentos*. Santiago do Chile, Saleasiana, 1956, cap. 3, pp. 52-56.

19. SCHRIJVER, R. de., MARTENS, I. R. e MECKX, M. La fabrication de Cheddar sans croûte au moyen de ferments lactiques monosouches *Revue Agricole*, 25(6/7):935-945, 1972.
- 20 THOMAS, T. D e LOWRIE, R. J Starters and bacteriophages in lactic acid casein manufacture. I. Mixed strains starters *Journal Milk Food Technology*, 38(5):74, 1975.
- 21 VISSER, F M. W. Contribution of enzymes from rennet starter bacteria and milk to proteolysis and flavour development in Gouda cheese. 3. Protein breakdown: analysis of the soluble nitrogen and amino-acid nitrogen fractions *Ned. Melk. en Zuiveltijdschr.*, 31:210-239, 1977.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Febrero de 1981

En virtud de que el IICA ha adoptado el Sistema Internacional de Unidades, nos permitimos anotar a continuación para los autores y colaboradores de las Revistas Turrialba y DRELA, así como para otras series de publicaciones del Instituto, las siguientes reglas principales.

En 1960, la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) y la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) decidieron por unanimidad en París, sede del BIPM, crear un sistema internacional de unidades de pesas y medidas (SIU). En 1975 había ya 44 países miembros del BIPM cuya tarea principal es asegurar la unificación mundial en torno del SIU. Hoy día los Estados Unidos de América e Inglaterra han adoptado también el uso del SIU.

Por ejemplo, el kilogramo es unidad de masa, y ya no de peso; el recurso al concepto de peso queda abolido, pues corresponde en realidad a la fuerza de atracción debida a la gravedad, y, por lo tanto, los cuerpos en el espacio interplanetario no tienen peso, pero sí conservan su masa. La unidad de fuerza es el newton (N), que corresponde a la necesaria para producir una aceleración de un metro por segundo sobre una masa de un kilogramo. La unidad de presión o esfuerzo es el pascal (Pa) y equivale a la noción abolida de kilogramos (fuerza) por centímetro cuadrado: $9\ 806\ 650\ \text{kg (fuerza)/m}^2 = 1\ \text{Pa}$.

Reglas principales para la consignación de las unidades SI

1. No se usan las mayúsculas en los nombres de unidades. Única excepción: grados Celsius.
2. Los símbolos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: los derivados de nombres de personas.
3. Los prefijos métricos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: tera T, giga G, mega M.
4. Los símbolos se escriben siempre igual, sean singular o plural, ej.: 5 mm, no 5 mms.
5. Cuando se escriben los nombres de unidades completos, se pluralizan normalmente, ej.: 10 kilogramos, 55 hectáreas.
6. No se usan los prefijos solos, sino acompañados de la unidad, ej.: 15 megawatts, no 15 megas.
7. No se usa el punto después del símbolo (24 m, no 24 m.), excepto al final de un párrafo.
8. Siempre se deja un espacio entre el número y el símbolo o unidad, ej.: 10 cm, no 10cm.
9. No se usan comas ni puntos para separar números largos; se deben separar de tres en tres. El punto marca el principio de la fracción decimal, ej.: 1 000 005.34, 30 000 y no 1,000,005.34 ó 30,000.
10. Siempre se coloca un cero a la izquierda del punto decimal, ej.: 0.77 y no .77.
11. Cuando se expresan unidades compuestas como kilómetros por hora, se usa la diagonal, ej.: 78 km/h, 50 m/s. Si se trata de newton metros se usa el punto, ej.: 5 N.m.

Continúa en la página 440