

VOL. XXXIX

MARZO 1989

No. 1

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

(Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición)

**Organo Oficial de la
Sociedad
Latinoamericana
de Nutrición**

ISSN 004-0622

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición, principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquéllos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in *Archivos*).

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

**INCAP
Apartado Postal 1188
Guatemala, Guatemala, C. A.**

**Colabore con su Revista, divulgándola y enviando
sus artículos para su publicación**

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

Se autoriza la reproducción del material publicado en esta revista a condición de que se cite su procedencia y se envíen ejemplares de las publicaciones que contengan textos reproducidos a la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIX

MARZO, 1989

No. 1

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Body weight of Pakistani infants reared on different feeding habits. — <i>Saeed Ahmad Nagra</i>	9
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Indice de calidad nutricional por volumen (ICNV): Un nuevo indicador para evaluar la calidad nutricional de preparaciones y dietas. — <i>Héctor Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz y Nelly Pak</i>	17
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Carbohydrates and protein. — <i>Félix G. R. Reyes, Antonio M. Iguti and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	27
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Characterization of starch. — <i>Félix G. R. Reyes, Cecilia H. Goia and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	36
BACTERIOLOGIA DE ALIMENTOS	
Calidad microbiológica de los helados de crema elaborados en Caracas, Venezuela. — <i>Lola Szwarcbort de Tamsut y Carmen Elena García</i>	46
NUTRICION ANIMAL	
Efecto de diversos recursos energéticos sobre el proceso de fermentación del calostro bovino. — <i>Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Esther Ortega Cerrilla, Humberto Troncoso A. y Suzette Silveira F.</i>	57

LATINFOODS — COMPOSICION DE ALIMENTOS

Application of high performance liquid chromatography to the analysis of some non-volatile coffee components. — <i>Luiz C. Trugo and Robert Macrae</i>	96
NUEVOS LIBROS.	109
NOTAS.	113
INFORMACION PARA LOS AUTORES.	115

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOLUME XXXIX

MARCH, 1989

No. 1

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	5
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Body weight of Pakistani infants reared on different feeding habits. — <i>Saeed Ahmad Nagra</i>	9
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Index of nutritional quality per volume (INQV): A new indicator to evaluate the nutritional quality of common dishes and diets. — <i>Héctor Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz and Nelly Pak</i>	17
FOOD SCIENCE	
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Carbohydrates and protein. — <i>Félix G. R. Reyes, Antonio M. Iguti and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	27
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Characterization of starch. — <i>Félix G. R. Reyes, Cecilia H. Goia and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	36
FOOD BACTERIOLOGY	
Microbial quality of vanilla ice cream manufactured in Caracas, Venezuela. — <i>Lola Szwarcbort de Tamsu and Carmen Elena Garcia</i>	46
ANIMAL NUTRITION	
Effect of diverse energetic resources on the fermentation process of bovine colostrum. — <i>Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Esther Ortega Cerrilla, Humberto Troncoso A. and Suzette Silveira F.</i>	57

LATINFOODS — FOOD COMPOSITION

Application of high performance liquid chromatography to the analysis of some non-volatile coffee components. — <i>Luiz C. Trugo and Robert Macrae</i>	96
NEW BOOKS	109
NOTES	113
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	115

SITUACION ECONOMICA DE ALAN

Considero que es de interés para los lectores de ALAN, así como para los miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), y los profesionales que afortunadamente contribuyen con artículos de los trabajos de investigación a su cargo, enterarse de la situación económica por la que atraviesa Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

Suscintamente, la publicación de cuatro números por volumen, por año, con un total aproximado de 65 artículos, tiene un costo de US\$35,000. Parte de los fondos requeridos para cubrir esa suma se obtienen de la pequeña contribución de SLAN, de agencias o instituciones patrocinantes, y de los aportes de los autores que pagan los costos por página de publicación de sus artículos. Lamentablemente, esa cantidad nunca es suficiente, y peor aún ha ocurrido en el transcurso del último año, dado que los costos de impresión, correo y otros que implica, están en continuo aumento. Generalmente se imprimen alrededor de 900 ejemplares por número, de los cuales se dona un promedio de 185 a Universidades y otras instituciones. En varios casos se hacen canjes, pero —aun cuando valiosos desde el punto de vista de intercambio de publicaciones— desde el ángulo financiero ello no es efectivo para el mantenimiento económico de las actividades de ALAN. Por otro lado, es frecuente que los autores no cuenten con fondos para cubrir los costos por página que, obviamente, involucra la publicación de cualquier trabajo. En esos casos ALAN asume ese cargo, ya que a nuestro juicio, la difusión de la investigación es prioritaria y necesaria para el desarrollo de América Latina.

El problema, pues, es grave y requiere solución inmediata ya que los costos fijos son continuos y es necesario mantener la publicación de la Revista. Durante los últimos dos a tres años, definitivamente se ha constatado un aporte continuo y cada vez mayor de artículos provenientes de toda América Latina y de países de otras regiones del mundo, con lo que ALAN adquiere responsabilidad hacia los autores. Asimismo, el proceso de revisión ha estado mejorando, así como la respuesta de los autores a los comentarios de las revisiones y enmiendas hechas al artículo, si éste lo amerita. Si bien es cierto que ha habido un retraso ineludible en su publicación, ello se ha debido parcialmente a la situación económica que no permite un sistema más rápido de impresión. No obstante, hay varias formas de ayudar a resolver el problema. Entre otras, por ejemplo, haciéndose miembro de SLAN; divulgando la Revista para incrementar el

número de suscriptores; influyendo en sus respectivas Casas de Estudio para que las Bibliotecas adquieran suscripciones y no canjes, y muchas más que se podría citar. En lo que a nosotros concierne, tomaremos las acciones que se juzgue conveniente, y estimo que esa unión de esfuerzos permitirá el sacar ALAN adelante.

Los exhorto, pues, a que continúen con sus contribuciones científicas a fin de que la Revista adquiera más fuerza en la década que se aproxima (. . . y que inicia el camino hacia el año 2,000!!!).

*Ricardo Bressani
Editor General*

TRABAJOS DE INVESTIGACION

BODY WEIGHT OF PAKISTANI INFANTS REARED ON DIFFERENT FEEDING REGIMES

*Saeed Ahmed Nagra*¹

University of the Punjab
Lahore-1, Pakistan

SUMMARY

A longitudinal study during the first year of life was conducted in Pakistani infants, to investigate the effect of feeding regimes on body weight.

On an average, breast-fed infants showed better weight gain in the first six months. In the last six months of their first year, however, bottle-fed infants grew better. Breast-fed infants doubled their birth weight earlier than bottle- or combined-fed infants.

INTRODUCTION

In our earlier communications we have discussed the effect of socio-economic status on various anthropometric indicators of infant growth and their feeding pattern (1-4). It has been a matter of controversy as to what type of feeding will result in their optimal growth. On the other hand, it is not likely that the same feeding regime will yield reproducible results in different ecological and environmental conditions. Breast feeding has been considered better than bottle- or combined (breast feeding accompanied by supplementary bottle feeding)—feeding by many workers (5, 6). At the same time, a good deal of research has reached the conclusion that the type of feeding does not affect infant growth (7-9). Nevertheless, the superiority of bottle feeding has also been recognized (10, 11).

Manuscrito modificado recibido: 17-6-88.

1 Division of Biochemistry. Institute of Chemistry, University of the Punjab, Lahore-1, Pakistan.

In this country no attempt has been made in the past to evaluate in a longitudinal fashion the effect of various feeding regimes on the body weight of infants. The study herein reported was designed to investigate the effect of breast, bottle and combined feeding, on the body weight of Pakistani infants for the entire period of infancy.

MATERIAL AND METHODS

A total of 916 infants born in various hospitals of Faisalabad, Pakistan, with no congenital abnormalities were randomly selected for our study. Body weight and type of feeding (i.e. breast, bottle and combined) were recorded within 24 hours of birth and every 30 ± 2 days, thereafter in a longitudinal fashion, throughout the first year of life. After birth all the observations were recorded by visiting the families in their own homes. Weight was obtained applying the method recommended by Jelliffe (12) and the type of feeding was recorded by interviewing the mothers. At the end of the study the entire data were classed sexwise for each month of the first year of life into three feeding regimes, as follows:

- Breast-feeding regime: Infants who were exclusively breast fed for the entire period of infancy.
- Bottle-feeding regime: Infants who were exclusively bottle fed either from birth or shifted to bottle feeding from breast feeding.
- Combined-feeding regime: Infants who received supplementary bottle feeding along with breast feeding.

The number of infants included in each feeding regime is given in Table 1. Analysis of variance (13) and Duncan's multiple range test (14) were used to determine the significant difference.

RESULTS AND DISCUSSION

The average monthly body weight of infants on the different feeding regimes and mean weight gain at various intervals during the first year, are also detailed in Tables 1 and 2, respectively.

Average weight gain of infants of either sex pertaining to the different feeding regimes remained inferior to the Harvard standards² as well as local standards³ at all ages. Bottle-fed infants gained significantly ($p < 0.01$) less weight than those of the other feeding regimes during first six months. However, the situation was reversed in last six months and weight gain during this period was significantly ($p < 0.01$) higher. The overall performance of bottle-fed infants in terms of weight gain for the

2 Stuart and Stevenson, 1959.

3 Nagra *et al*, *J. Trop. Pediatr.*, 30: 217-221, 1984.

TABLE 1

AVERAGE MONTHLY BODY WEIGHT OF INFANTS PLACED ON DIFFERENT FEEDING REGIMES
(kg)

Age	Breast		Bottle		Combined	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
At birth	3.11 ± 0.53(445)	3.02 ± 0.52(366)	3.34 ± 0.64(25)	3.02 ± 0.40(18)	3.14 ± 0.40(18)	3.32 ± 0.46(4)
1	3.78 ± 0.59(266)	3.61 ± 0.57(194)	3.64 ± 0.74(32)	3.24 ± 0.54(34)	3.77 ± 0.63(81)	3.66 ± 0.51(56)
2	4.70 ± 0.69(200)	4.40 ± 0.71(131)	4.30 ± 0.79(38)	3.98 ± 0.71(38)	4.50 ± 0.74(117)	4.42 ± 0.55(74)
3	5.42 ± 0.79(168)	4.96 ± 0.80(102)	4.79 ± 0.68(36)	4.66 ± 0.89(55)	5.37 ± 0.79(118)	5.09 ± 0.65(81)
4	5.95 ± 0.82(119)	5.64 ± 0.83(74)	5.74 ± 1.09(37)	5.29 ± 0.96(54)	5.98 ± 0.79(122)	5.62 ± 0.80(82)
5	6.53 ± 0.96(94)	6.07 ± 0.90(70)	6.42 ± 1.25(46)	5.79 ± 1.10(65)	6.44 ± 0.81(139)	6.21 ± 0.77(85)
6	6.84 ± 0.87(72)	6.38 ± 0.89(52)	6.56 ± 1.13(57)	6.41 ± 1.26(60)	6.85 ± 0.94(126)	6.69 ± 0.86(90)
7	7.31 ± 0.82(75)	6.79 ± 0.85(57)	6.99 ± 1.33(60)	6.70 ± 1.25(63)	7.21 ± 0.92(129)	6.83 ± 0.75(85)
8	7.50 ± 1.00(73)	6.96 ± 1.04(46)	7.47 ± 1.29(72)	7.12 ± 1.22(72)	7.50 ± 0.96(111)	7.25 ± 0.77(70)
9	7.51 ± 0.98(67)	6.98 ± 1.05(40)	7.81 ± 1.27(82)	7.50 ± 1.11(82)	7.70 ± 0.87(106)	7.34 ± 0.88(79)
10	7.82 ± 0.84(60)	7.36 ± 1.00(49)	8.11 ± 1.10(100)	7.66 ± 1.19(117)	7.98 ± 0.91(116)	7.63 ± 0.84(65)
11	7.97 ± 0.88(68)	7.49 ± 1.00(43)	8.43 ± 1.21(107)	7.95 ± 1.12(112)	8.14 ± 0.85(105)	7.70 ± 1.23(70)
12	8.10 ± 0.85(68)	7.76 ± 0.79(43)	8.58 ± 1.25(119)	8.13 ± 1.12(114)	8.29 ± 1.07(109)	8.03 ± 1.12(72)

Figures in parenthesis are the number of samples.

TABLE 2
 MEAN GAIN IN BODY WEIGHT OF INFANTS REARED ON DIFFERENT FEEDING REGIMES
 (kg)

Period (months)	Harvard standard	Local standard		Breast		Bottle		Combined	
		Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Birth to 6	4.00	4.22	3.92	3.73	3.36	3.22	3.39	3.71	3.37
6 to 12	2.50	1.77	1.46	1.26	1.38	2.02	1.72	1.44	1.34
Birth to 12	6.50	5.99	5.38	4.99	4.74	5.24	5.11	5.15	4.71

period of infancy was significantly ($p < 0.01$) better than that of children assigned to the other two feeding regimes.

Breast-fed infants gained more weight during the first six months as compared to those in the other two feeding regimes (12). Nevertheless, in the last six months, they started to decline in weight, probably because the quantity of breast milk fed to the infant during the first half of his first year of life is relatively satisfactory, even though the mothers' diet may be inadequate (13). Unlike many substitute foods, breast milk is easily digested, readily available and requires no kind of preparation which may lead to bacterial contamination because of unhygienic handling (14).

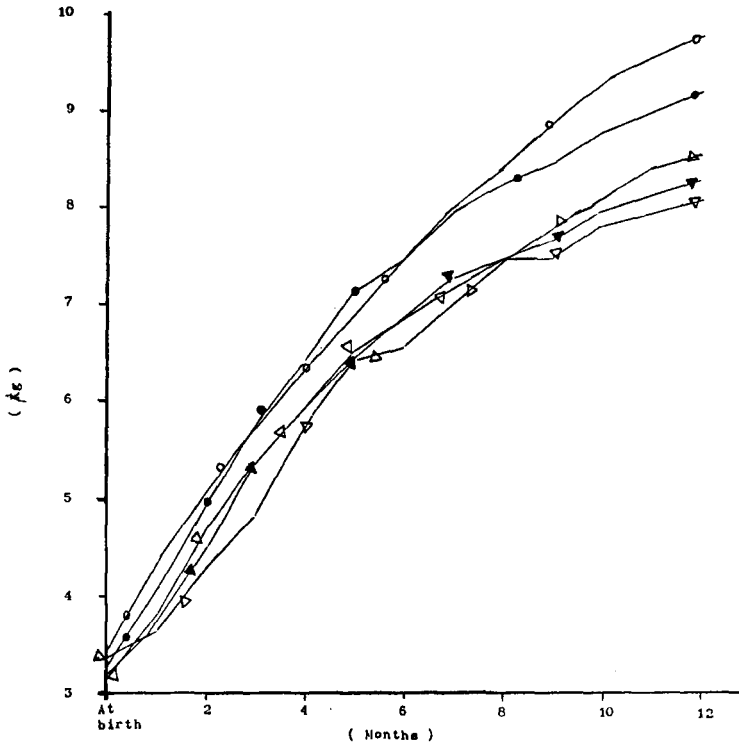


FIGURE 1

Weight for age of male infants reared on different feeding regimes. Within the graph symbols —○—, —●—, —▽—, —△— and —▼— represent Harvard standard, Local standard, breast-fed, bottle-fed and combined-fed infants, respectively

Low weight gain of bottle-fed infants during the first six months may be attributed to the comparatively higher incidence of diarrhea and vomiting in these infants (15, 16). After six months of age, when the most intensive infantile growth period was over, whole milk was usually given instead of much diluted milk, and solids were introduced in the infants' diet, facts which led to the better weight gain attained during the second half of the first year. Weight gain of combined-fed infants remained in between the breast- and bottle-fed infants (Figures 1 and 2).

Birth-weight doubling time appeared to be influenced by the feeding regime. Breast-fed infants doubled their birth weight earlier than bottle-

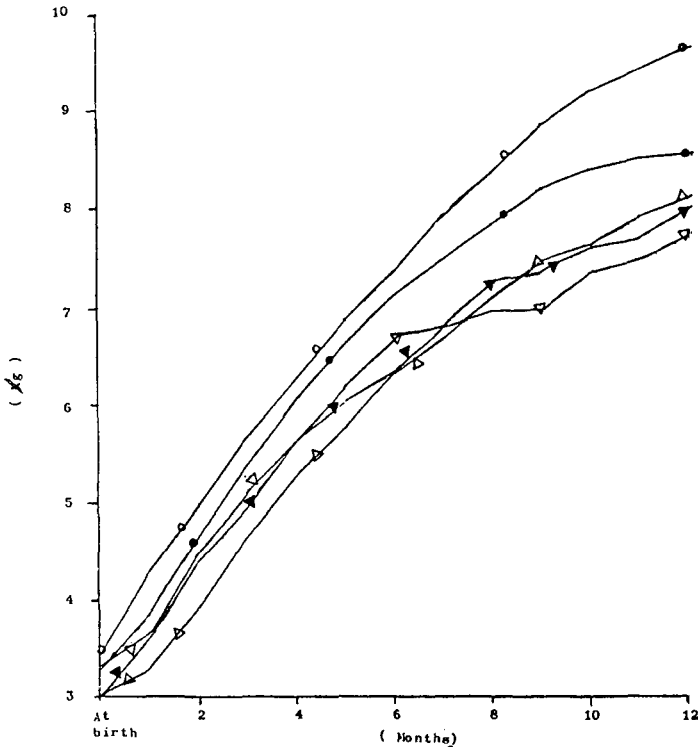


FIGURE 2

Weight gain of female infants reared on different feeding regimes. Within the graph symbols —○—, —●—, —▽—, —△— and —▼— represent Harvard standard, Local standard, breast-fed, bottle-fed and combined-fed infants, respectively

fed infants (4-5 months as compared with 6-7 for male and 5-6 months for female infants). These findings are in variance with those of Newman and Alpaugh (17) who reported that bottle-fed infants double their birth weight earlier than breast-fed infants. This discrepancy may be due to improper local bottle-feeding practices.

From the data discussed, it can be concluded that in the local environmental conditions, infants should be reared on breast feeding at least for 4-5 months, and that supplementary food must be introduced beyond this age (18).

RESUMEN

PESO CORPORAL DE LACTANTES PAQUISTANIS CRIADOS CON DIFERENTES REGIMENES ALIMENTICIOS

Se llevó a cabo un estudio longitudinal durante el primer año de vida, en infantes de ese país, con miras a investigar el efecto de los regimenes alimenticios en su peso corporal.

Como promedio, se encontró que los bebés alimentados al seno materno acusaban mejor ganancia ponderal en los primeros seis meses. En los últimos seis meses de su primer año de vida, sin embargo, los infantes alimentados con biberón crecieron mejor. Los lactantes amamantados duplicaron su peso al nacer antes de los que recibieron biberón o alimentación combinada.

BIBLIOGRAPHY

1. Nagra, S. A., A. H. Gilani, M. D. Ahmad & E. Haq. A longitudinal study in body weight of Pakistani infants as influenced by socioeconomic status. *J. Trop. Pediatr.*, **30**: 217-221, 1984.
2. Nagra, S. A. & A. H. Gilani. Longitudinal study on head circumference of Pakistani infants in different socioeconomic groups. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 308-319, 1984.
3. Nagra, S. A. & A. H. Gilani. Effect of socioeconomic status on body length of Pakistani infants during first year of life. *J. Trop. Pediatr.*, **32**: 13-16, 1986.
4. Nagra, S. A. & A. H. Gilani. Variations in infant feeding practices in Pakistan with socioeconomic stratification. *J. Trop. Pediatr.*, **33**: 79-82, 1987.
5. Bravo, I. L., C. Cobial, S. Areuch, E. Rivera & S. Varigas. Breast feeding, weight gain, diarrhea and malnutrition in the first year of life. *Boi. Ofic. Sanit. Panamer.*, **18**: 151-163, 1984.
6. Owen, G. M., P. J. Carry & E. M. Hooper. Feeding and growth of infants. *Nutr. Res.*, **4**: 727-731, 1984.
7. Morse, J. M. Breast and bottle feeding: The effect on infant weight in the Fiji Indian infants. *Ecol. Food Nutr.*, **15**: 109-114, 1984.
8. Jung, E. & D. M. Czajka-Narins. Birth weight doubling and tripling times: An updated look at the effects of birth weight, sex, race and type of feeding. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**: 182-189, 1985.
9. Renqvist, U. H., J. A. Kusin & A. A. J. Jansen. Feeding pattern, supplementary foods and growth of low birth-weight and normal birth-weight infants in Machakos, Kenya. *East African Med. J.*, **62**: 299-308, 1985.

10. Grutte, F. K., I. Stiegert & C. Sandhop. Comparative studies on the body mass development of newborn infants in relation to nutrition. *Kinderarztliche Praxis*, **52**: 418-428, 1984 (*Vide Nutr. Abst. Revs.*, **55**(2): 1085, 1985).
11. Hendrickse, W. A., S. A. Spencer, D. M. Robertson & D. Hull. The caloric intake and weight gain of low birth-weight infants fed on fresh breast milk or a special formula milk. *European J. Pediatr.*, **43**: 49-53, 1982.
12. Jelliffe, D. B. *The Assessment of the Nutritional Status of the Community*. Geneva, World Health Organization, 1966 (WHO Monograph Series No. 53).
13. Trifan, E. Growth study of newborn infants in Emilia. *Minerva Pediatr.*, **21**: 191-196, 1969.
14. Nagra, S. A. Longitudinal study in biochemical composition of human milk during first year of lactation. *J. Trop. Pediatr.* (In press).
15. Berg, A. D. *The Nutrition Factor, Its Role in National Development*. A study sponsored jointly by the Foundation for Child Development and the Brookings Institution. Washington, D. C., The Brookings Institution, 1973.
16. Welbourn, H. F. Bottle feeding: A problem of modern civilization. *J. Trop. Pediatr.*, **3**: 157-166, 1958.
17. Neuman, C. G. & M. Alpaugh. Birth weight doubling time: A fresh look. *Pediatrics*, **57**: 469-473, 1976.
18. Bhandari, N. R. & G. P. Patel. Dietary and feeding habits of infants in various socioeconomic groups. *Indian Pediatr.*, **10**: 233-238, 1973.

INDICE DE CALIDAD NUTRICIONAL POR VOLUMEN (ICNV): UN NUEVO INDICADOR PARA EVALUAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PREPARACIONES Y DIETAS

Héctor Araya¹, Gloria Vera¹, Manuel Ruz¹ y Nelly Pak¹

Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue proponer un nuevo índice dietético para evaluar la calidad nutricional de preparaciones y dietas: el índice de calidad nutricional por volumen (ICNV).

El indicador en referencia considera en su expresión la densidad de nutrientes por volumen (cantidad de nutriente/1,000 g de dieta) y la densidad del nutriente por volumen de referencia. Esta última se determina dividiendo los requerimientos del nutriente por el volumen que es posible consumir durante el día, cuando la dieta es ofrecida libremente. En el análisis se estudió el zinc como ejemplo de un nutriente. Se investigó un total de 14 preparaciones de consumo habitual en Chile, en relación a su ingesta por parte de 30 preescolares. El volumen que los niños son capaces de consumir se determinó por pesada diferencial entre lo ofrecido y lo que deja el niño en el plato, durante un período de 180 días. El porcentaje de humedad y el valor energético se establecieron por medio de análisis químico según la AOAC, y la concentración de zinc, por espectrofotometría de absorción atómica. Luego, los resultados del ICNV fueron comparados con los del índice de calidad nutricional (ICN), el que considera la densidad de zinc por 1,000 kcal y los requerimientos de zinc y de energía.

Los resultados del análisis demostraron que los valores del ICNV eran menores que los del ICN en el caso de aquellas preparaciones con densidades energéticas menores a 1.0 kcal/g; la tendencia opuesta se verificó en los guisos cuya densidad energética es superior a 1.0 kcal/g. El análisis presentado demuestra la utilidad del empleo del ICNV en aquellas dietas voluminosas y de baja densidad energética, consumidas por los sectores de bajos ingresos de los países en desarrollo.

Manuscrito modificado recibido: 4-12-87.

1 Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Independencia 1027, 2^o P, Santiago, República de Chile.

INTRODUCCION

La desnutrición es un problema que afecta a amplios sectores de población de bajo nivel socioeconómico de los países en desarrollo (1). Sus causas son variadas y de extrema complejidad (2); en última instancia, en la mayor parte de los casos se expresan en forma concreta en la cantidad de los alimentos disponibles para la familia y el tipo de éstos que configuran su dieta (3). Cualquiera que sea la solución para mejorar esta situación, se debe tener en cuenta la evaluación de las dietas consumidas, y el cómo mejorarlas en función de los recursos disponibles y de los hábitos alimentarios de la población.

Múltiples factores influyen en la satisfacción de las necesidades nutricionales de los individuos; visto desde una perspectiva alimentaria, por la cantidad y calidad de la dieta consumida (4). Este último parámetro expresa la potencialidad de la dieta en cuanto a cubrir los requerimientos de energía y de nutrientes.

El estudio de la calidad nutricional de la dieta ha sido materializado conceptualmente en la proposición de diferentes indicadores que se aplican a los resultados de las encuestas dietéticas o bien de la disponibilidad de alimentos a nivel nacional (5). En general, la concentración de un nutriente determinado se relaciona con el aporte energético, relación proteína-energía (P^0/o) (6), grasa-energía (G^0/o) (7), densidad de nutrientes (8, 9), por ejemplo, o bien se consideran la densidad de nutrientes y la ingesta recomendada de nutrientes así como el requerimiento promedio de energía: índice de la calidad nutricional (10-12).

El uso de estos indicadores implica una serie de limitaciones en la evaluación de las dietas consumidas por los lactantes mayores y preescolares, debido a que es imprescindible considerar el volumen de las dietas que son capaces de consumir. Reiteradamente se ha comunicado que las dietas formadas por una proporción mayoritaria de alimentos vegetales, con un alto contenido de almidón, son voluminosas, y tienen gran contenido de agua (13-15). Por lo tanto, cuando se necesita evaluar las dietas tal y como se consumen, es imprescindible disponer de indicadores de densidad de nutrientes en relación al volumen. Este enfoque ha sido sugerido por Beaton (16), pero posiblemente no se ha llevado a la práctica debido a la escasa información acerca del volumen que los niños son capaces de consumir. No obstante, dicha información es indispensable para elaborar los valores de referencia de los indicadores que utilicen en su expresión, el volumen.

Se estudió el zinc como nutriente ejemplo debido a que en dietas predominantemente vegetales es poca la información que se tiene sobre el contenido de este micronutriente en las preparaciones culinarias de consumo habitual.

En base a lo que antecede, el objetivo del presente trabajo fue proponer un indicador para evaluar la calidad nutricional de preparaciones y dietas, que considere la densidad de nutrientes por volumen y el volumen de dieta que los preescolares pueden consumir durante el día, cuando la alimentación es ofrecida sin restricción.

MATERIAL Y METODOS

Se determinó el volumen de dieta que un niño preescolar es capaz de ingerir durante el día, en 30 niños sanos de ambos sexos de 2 a 5 años recluidos en un Hogar Infantil. El estudio se llevó a cabo durante un período de 180 días. Los alimentos se ofrecían previamente pesados, estimulando, pero no obligando a comer. La dieta consumida se determinó por pesada diferencial, entre lo ofrecido y lo que el niño dejaba en el plato. En caso de repetición, si el niño así lo solicitaba, se procedía de la misma manera. Los niños fueron capaces de cubrir sus requerimientos dietéticos diarios de energía. Para el estudio de calidad nutricional, el zinc se seleccionó como nutriente, determinando su contenido en 14 preparaciones de consumo más frecuente y que se incluían en el almuerzo y/o la cena. El contenido de zinc se estableció por espectrofotometría de absorción atómica (17), y se determinó el porcentaje de humedad y el valor energético calculado del análisis químico, el cual se llevó a cabo según el método de la AOAC (18).

Los requerimientos de zinc utilizados fueron los recomendados por la NRC, 1981 (19). Para calcular el índice de calidad nutricional (ICN), según Wyse *et. al.* (11), se consideró el requerimiento promedio de energía para los niños estudiados, de acuerdo con lo establecido por FAO/OMS/UNU 1985 (20), y para averiguar el índice de calidad nutricional por volumen (ICNV) se utilizó el volumen promedio consumido por los 30 niños.

El ICNV se define como la relación entre la densidad de un nutriente por volumen (cantidad de nutriente/100 ó 1,000 g de preparación o dieta), y la densidad del nutriente por el volumen de referencia. Esta última se determina dividiendo los requerimientos del nutriente por el volumen que es posible consumir durante el día.

RESULTADOS

Los volúmenes de dieta consumidos por los preescolares estudiados durante el día, se muestran en la Tabla 1. Según se observa, los resultados están expresados por niño y como promedio de los 30 preescolares estudiados. Los datos al respecto, señalan que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el volumen consumido por los niños al considerar las variables sexo y edad.

De acuerdo con Church (4), se utilizó el peso de la ración como una estimación del volumen, debido a la dificultad que hay en medir éste en preparaciones sólidas o semisólidas y además, porque en la mayoría de las preparaciones culinarias cocidas, el peso específico es cercano a 1.

La Tabla 2 ilustra el porcentaje de humedad, valor energético y concentración de zinc de las preparaciones sometidas a análisis. Según se puede apreciar, la situación es heterógena en los parámetros descritos, con límites amplios: 70.5 a 89.0% en humedad, 42.3 a 132.1 kcal/100 g y 0.243 a 0.953 mg de zinc/100 gramos.

Los valores de densidad de nutrientes, ICN, densidad de nutrientes por volumen e ICNV se exponen en la Tabla 3. Como se observa, al aplicar el análisis estadístico, los valores de ICN e ICNV fueron diferentes, y el ICNV acusó valores significativamente menores en aquellas

TABLA 1

VOLUMEN* DIETETICO CONSUMIDO POR 30 PREESCOLARES EN
180 DIAS EN UN HOGAR DE MENORES DE SANTIAGO, CHILE

Niño	Volumen (g/día)	Niño	Volumen (g/día)
1	1,539.3 ± 191.3	16	1,539.7 ± 135.7
2	1,490.0 ± 192.4	17	1,529.8 ± 135.5
3	1,556.2 ± 149.8	18	1,531.5 ± 149.3
4	1,555.3 ± 158.3	19	1,515.3 ± 139.2
5	1,499.1 ± 178.2	20	1,537.1 ± 160.7
6	1,534.8 ± 124.2	21	1,549.5 ± 143.5
7	1,523.3 ± 142.4	22	1,522.2 ± 138.1
8	1,567.0 ± 154.4	23	1,497.9 ± 158.8
9	1,515.9 ± 161.6	24	1,530.8 ± 152.0
10	1,521.8 ± 139.7	25	1,542.2 ± 156.9
11	1,512.2 ± 128.5	26	1,510.0 ± 162.5
12	1,507.3 ± 132.4	27	1,532.6 ± 212.6
13	1,497.0 ± 136.6	28	1,550.4 ± 177.2
14	1,499.0 ± 139.5	29	1,569.6 ± 151.5
15	1,494.2 ± 160.6	30	1,521.0 ± 166.1

Volumen promedio de los 30 niños = 1,526.4 g/día.

* Valores promedio por día ± desviación estándar.

preparaciones con densidad energética inferior a 1.0 kcal/g dieta. La tendencia opuesta se verificó en las preparaciones con densidades energéticas iguales o superiores a 1.0 kcal/g dieta. La cifra de requerimiento de energía utilizada para el cálculo del ICN fue de 1,350 kcal/día y el volumen de dieta consumida por día que se empleó para el cálculo del ICNV, fue de 1,526 gramos.

Otra forma de analizar la potencialidad de una preparación en cuanto a cubrir los requerimientos de nutrientes, es la cantidad de preparación que se debería ingerir por día para satisfacer las necesidades del nutriente en cuestión (Tabla 4). Como era de esperar, las preparaciones que acusaban el menor ICNV corresponden a las que proporcionan el volumen más alto para satisfacer los requerimientos del nutriente.

DISCUSION

Los índices dietéticos expresados en relación a la energía, son útiles para evaluar la calidad nutricional de la dieta obtenida a través de estudios realizados utilizando encuestas dietéticas, o bien aquellos que emplean la información derivada de las hojas de balance a nivel nacional. Estos indicadores, sin embargo, no consideran la densidad energética de la dieta tal cual se consume, ni el volumen de dieta que los individuos son capaces de ingerir cuando ésta se les ofrece libremente. En efecto, es posible que las preparaciones o dietas tengan valores aceptables de índice de calidad nutricional, P^o/o o de densidad de nutrientes y al mismo tiempo presentar

TABLA 2

**PORCENTAJE DE HUMEDAD, APOORTE ENERGETICO Y CONCENTRACION
DE ZINC DE LAS PREPARACIONES ESTUDIADAS**

Preparaciones		Humedad* g/100 g	Energía* cal/100 g	Contenido de zinc* mg/100 g
Acelga - papas	(3)	84.6	63.8	0.409
Albóndigas ¹	(3)	83.5	67.3	0.522
Arroz - salsa de tomate - salmón	(2)	73.1	109.1	0.446
Carbonada ²	(3)	85.2	54.9	0.710
Charquicán carne ³	(2)	86.2	57.0	0.699
Charquicán de cochayuyo ⁴	(2)	89.0	42.3	0.355
Fideos - papas	(2)	83.5	65.4	0.243
Fideos - salsa de tomate	(5)	75.6	100.0	0.416
Frijol - fideos	(2)	77.6	88.6	0.773
Pantrucas ⁵	(5)	83.6	63.1	0.309
Pastel de papas ⁶	(3)	74.3	116.0	0.953
Pollo - arroz	(3)	70.5	132.1	0.510
Pollo - fideos	(1)	74.1	120.5	0.744
Puré con salsa de tomate	(1)	79.1	86.5	0.387

* Valores promedios; () significa el número de preparaciones analizadas en cada caso.

- 1 Guiso (papa:carne, 3:1)
- 2 Sopa (papa:carne:zapallo, 2:1:1)
- 3 Guiso (papa:carne:zapallo, 3:1:1)
- 4 Guiso (papa:alga:zapallo, 3:1:1)
- 5 Guiso (harina de trigo:papa:huevo, 3:6:1)
- 6 Guiso (papa:carne:huevo, 16:3:1)

un alto contenido de agua; éstas tendrían que consumirse en grandes volúmenes para así satisfacer los requerimientos de energía y nutrientes. Esta situación es inconveniente para aquellos grupos etarios cuya capacidad gástrica es limitada, como son los lactantes mayores y los preescolares.

Los resultados dados a conocer muestran el volumen de las dietas, constituidas por guisos habituales, que los preescolares incluidos en el estudio fueron capaces de consumir cuando la alimentación era ofrecida libremente, estimulando pero no obligando a consumirla. Es importante señalar que los valores promedio se aplicaron para construir el ICNV, correspondiendo este promedio a las observaciones de 180 días.

Los resultados del ICNV de las preparaciones estudiadas fueron heterogéneos, lo que se explica por el diferente aporte de zinc de los alimentos que conformaban los guisos y por el porcentaje de humedad que éstos presentaban (Tabla 2).

Un aspecto esencial en la validez e interpretación de un nuevo indicador es la comparación con los índices que se utilizan habitualmente. En el

TABLA 3

ZINC: DENSIDAD, INDICE DE CALIDAD NUTRICIONAL (ICN),
DENSIDAD POR VOLUMEN E INDICE DE CALIDAD
NUTRICIONAL POR VOLUMEN (ICNV)

Preparaciones	Densidad de zinc mgZn/ 1000 kcal	ICN* o/o	Densidad de zinc por volumen mgZn/1000 g	ICNV* o/o	ICN-ICNV
<i>Con densidad energética inferior a 1 kcal/g</i>					
Acelga - papas	6.41	86.5	4.09	62.4	24.1
Albóndigas	7.76	104.8	5.22	80.9	23.9
Carbonada	12.90	174.2	7.10	110.1	64.1
Charquicán carne	12.30	166.1	6.99	108.3	57.8
Charquicán de cochayuyo	8.39	113.0	3.55	54.2	58.8
Fideos - papas	3.72	50.2	2.43	37.1	13.1
Frijol - fideos	8.72	117.7	7.73	118.0	-0.3
Pantrucas	4.90	66.2	3.09	47.2	19.0
Puré - salsa de tomate	4.47	60.3	3.87	59.1	1.2
<i>Con densidad energética igual o superior a 1 kcal/g</i>					
Arroz - salsa de tomate-salmón	4.11	55.5	4.48	69.4	-13.9
Fideos - salsa de tomate	4.20	56.7	4.16	63.5	-6.8
Pastel de papas	8.22	111.0	9.53	147.7	-36.7
Pollo - arroz	3.86	52.1	5.10	79.1	-27.0
Pollo - fideos	6.17	83.3	7.44	115.3	-32.0

* Prueba "t" de Student, pareada.

ICN vs ICNV con densidad energética inferior a 1; $p < 0.01$.

ICN vs ICNV con densidad energética superior a 1; $p < 0.05$.

trabajo que nos ocupa realizamos la confrontación con el ICN que ha sido propuesto como el índice más racional para estudiar la calidad nutricional de una preparación o dieta, y que considera en su expresión la densidad de nutrientes en relación a energía, y el requerimiento de energía (11). Al analizar los valores resultantes de ambos indicadores en las preparaciones, es factible concluir que se presentan dos situaciones opuestas, como sigue. En el caso de aquéllas con densidades energéticas inferiores a 1.0 kcal/g de dieta, el ICNV fue significativamente inferior al ICN. Este diferente comportamiento del ICNV en relación al ICN al variar la densidad energética, se explica debido a que en las preparaciones con baja densidad energética, las densidades de zinc por volumen son menores que la densidad

TABLA 4

VOLUMEN DE LAS PREPARACIONES QUE SERIA NECESARIO
CONSUMIR PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE ZINC EN
LOS PREESCOLARES

	g
Acelga-papas	2,446
Albóndigas	1,886
Arroz-salsa de tomate-salmón	2,199
Carbonada	1,387
Charquicán-carne	1,403
Charquicán de cochayuyo	2,815
Fideos-papas	4,113
Fideos-salsa de tomate	2,403
Frijol-fideos	1,293
Pantrucas	3,233
Pastel de papas	1,033
Pollo-arroz	1,929
Pollo-fideos	1,324
Puré-salsa de tomate	2,582

de zinc por 1,000 kcal. Dicha diferencia será mayor mientras más alejada de 1 kcal/g se encuentra la densidad energética de la preparación y, por lo tanto, en tales preparaciones el ICNV es más exigente y más cercano a la realidad, y entonces sería el indicador de elección en este tipo de dietas, que son las consumidas por las poblaciones de bajo nivel socioeconómico. En cambio en las preparaciones con densidades energéticas similares o superiores a 1 kcal/g, la situación fue opuesta porque las densidades de zinc por volumen son superiores a la densidad de zinc/1,000 kcal.

La elección del valor de 1.0 de densidad energética no es arbitrario, ya que de acuerdo al volumen que los niños son capaces de consumir, sería la densidad energética mínima adecuada para cubrir sus necesidades energéticas (21).

En el presente análisis hemos estimado el ICNV con respecto al zinc, pero la conceptualización propuesta es válida para cualquier nutriente. Es evidente la necesidad de incluir en el cálculo de este índice dietético la biodisponibilidad del nutriente, tal como recomienda Hallberg (8), para el hierro. En el caso del zinc, no disponíamos de antecedentes para estimar su biodisponibilidad y así incluirla en el ICNV o en el ICN. Los valores que se muestran pueden ser más bajos considerando este factor, dado que los requerimientos utilizados corresponden a una dieta con alta biodisponibilidad de nutrientes como es la estadounidense (19).

Cabe preguntarse qué valores de ICNV deben considerarse como óptimos. Esta interrogante es esencial en la interpretación del ICNV. Nuestra posición es que si se evalúa en un guiso que se consume habitualmente una o dos veces al día, mientras mayor de 100 sea el valor del indicador,

existirá una alta probabilidad de cubrir los requerimientos del nutriente estudiado. Por otra parte, en el caso de la mayor parte de los nutrientes, los guisos proporcionan un porcentaje importante del aporte total del día. En esta situación, el valor de 100 puede considerarse como la cifra mínima aceptable. En cambio, cuando el indicador se aplica a la evaluación de la dieta del día, el valor de 100 corresponde al óptimo deseable.

Otro aspecto a destacar para evitar confusiones en la aplicación, tanto del ICN como del ICNV, es que las necesidades de nutrientes, el requerimiento de energía y también el volumen que los individuos son capaces de consumir, varían con la edad, sexo y estado fisiológico.

Asimismo, es importante subrayar que un guiso o una dieta pueden constituirse en una fuente excelente de uno o varios nutrientes y a su vez ser deficiente en otros, por lo que en la evaluación de la calidad nutricional de las dietas deben buscarse criterios más integradores.

Finalmente, los resultados y el análisis efectuado en este trabajo, permiten concluir que el ICNV es un indicador dietético de elección en aquellos casos en que se desea evaluar las preparaciones o dietas de los países en desarrollo que habitualmente acusan una baja densidad energética y una alta voluminosidad. Cuando se aplique a otras realidades alimentarias será necesario establecer los volúmenes que los niños son capaces de consumir cuando éstos ingieren sus alimentos habituales. También es importante enfatizar que este índice no es aplicable a los estudios de encuestas dietéticas o de hojas de balance.

SUMMARY

INDEX OF NUTRITIONAL QUALITY PER VOLUME (INQV): A NEW INDICATOR TO EVALUATE THE NUTRITIONAL QUALITY OF COMMON DISHES AND DIETS

The purpose of this study was to propose a new dietary index to evaluate the nutritional quality of common dishes and diets: the index of nutritional quality per volume (INQV).

In its expression, this index takes into account the nutrient density (amount of nutrient/1,000 g of diet) and the nutrient density per reference volume. The last one is the ratio between the recommended allowances of the nutrient and the volume that it is possible to consume during the day, when the diet is offered freely. Zinc was used as example in the analysis. A total of 14 dishes of habitual consumption in Chile were studied in relation to its consumption by 30 preschool children. The volume that children were able to consume was determined by differential weighing between the amount offered and the amount left on the dish, during a period of 180 days. The percentage of water and energy value were established by means of chemical analysis performed according to the AOAC, and the zinc concentration by atomic absorption spectrophotometry. The results of the INQV were then compared with those of the index of nutritional quality (INQ), which considers zinc density/1,000 kcal, and zinc and energy requirements.

This comparison demonstrated that the INQV values were lower than those of the INQ in dishes with energy densities lower than 1.0 kcal/g. The opposite tendency was observed in the case of those dishes with energy densities higher than 1.0 kcal/g.

The analysis herein presented demonstrates the usefulness of the INQV in diets which are voluminous and with low energy densities, commonly consumed by the low socio-economic strata of developing countries.

BIBLIOGRAFIA

1. Jonsson, U. The causes of hunger. *Food Nutr. Bull.*, 3: 1-9, 1981.
2. Cravioto, J. Complexity of factors involved in protein calorie malnutrition. In: **Malnutrition is a Problem of Ecology**. Basel, Switzerland, S. Karger, 1970. (*Biblioteca Nutritio et Dieta*, No. 14).
3. Gopalan, C., M. C. Swaminathan, K. Kwhari, D. H. Rao & K. Vijayaroghan. Effect of calorie supplementation on growth of undernourished children. *Am. J. Clin. Nutr.*, 26: 563-566, 1973.
4. Church, M. Dietary factors in malnutrition: Quality and quantity of diet in relation to child development. *Proc. Nutr. Soc.*, 38: 41-49, 1979.
5. Araya, H. Examining the nutritive value of basic foods as a tool for the study of diets in four countries. *Food Nutr. Bull.*, 3: 21-27, 1981.
6. Beaton, G. & L. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: Prediction of "desirable" or "safe" protein:calorie ratios. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27: 485-504, 1974.
7. Araya, H. & G. Arroyave. Relación del contenido energético proveniente de grasas y proteínas como indicador de la potencialidad energética-proteínica de las dietas de poblaciones. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 29: 103-112, 1979.
8. Hallberg, L. Bioavailable nutrient density: A new concept applied in the interpretation of food iron absorption data. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 2242-2247, 1981.
9. Arroyave, G. Fortification of foods in developing countries. In: **Marabou Nutritional Improvement of Food**. Symposium held at Marabou, Sundberg, Sweden, 1974. Stockholm, Custom Press 1975, p. 25.
10. Hansen, R. G. An index of food quality. *Nutr. Revs.*, 31: 1-7, 1973.
11. Wyse, B. W., A. W. Sorenson, A. J. Wittwer & R. G. Hansen. An index of nutritional quality for a balanced diet. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 68: 236-242, 1976.
12. Wittwer, A. J., A. W. Sorenson, B. W. Wyse & R. G. Hansen. Nutrient density evaluation of nutritional attributes of foods. *J. Nutr. Educ.*, 9: 26-30, 1977.
13. Hudson, G. J., P. M. V. John & A. A. Paul. Variation in the composition of Gambian foods: The importance of water in relation to energy and protein content. *Ecol. Fd Nutr.*, 10: 9-17, 1980.
14. Ljungqvist, B. G., O. Mellander & U. Svanberg. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. 1. A problem description. *J. Trop. Ped.*, 27: 68-73, 1981.
15. Pak, N., G. Vera & H. Araya. Energy density of diets: Analysis of the dietary variables that allow its prediction. *Nutr. Repts. Internat.*, 28: 305-308, 1983.
16. Beaton, G. H. Determinación de una política alimentaria de nutrición. *Alimentación y Nutrición*, 1: 8-16, 1975.
17. **Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry**. Norwalk, Conn. Edit. Perkin-Elmer Corp., 1968.
18. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
19. National Academy of Sciences. **Recommended Dietary Allowances**. 9th ed. Washington, D. C., NAS-NRC, 1980.

20. **FAO/OMS/UNU. Necesidades de Energía y de Proteínas.** Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985.
21. Vera, G., N. Pak & H. Araya. Densidad energética de la dieta destinada a los niños en edad preescolar. Presentado en: **VI Congreso Nacional de Nutrición y Alimentación.** Rev. Chil. Nutr., 12: 109, 1984.

COMPARATIVE STUDY OF MAIZE CULTIVARS 30 DAYS AFTER POLLINATION (30 DAP): CARBOHYDRATES AND PROTEIN

Félix G. R. Reyes¹, Antonio M. Iguti² and Valdemiro C. Sgarbieri³

Departamento de Ciência de Alimentos
Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA),
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas, São Paulo, Brasil

SUMMARY

A comparative study of the carbohydrates and protein of five maize cultivars at 30 days after pollination (DAP) showed a higher protein content for the Supersweet variety, and better protein quality for the Maya Opaque-2, Nutrimaiz, the Supersweet, and the Hybrid L90 x L41, when compared to the Maya Normal. The lipid content also proved to be higher in the four genetically-modified cultivars in relation to the Maya Normal. In contrast, the Maya Normal and the Opaque-2 were higher in starch content, lower in total and reducing soluble sugars, and exhibited only very small amounts ($\approx 1\%$) of phytoglycogen, a water-soluble polysaccharide. Nutrimaiz and the Hybrid L90 x L41 had approximately half the starch of the Maya Normal cultivar, but presented an appreciable content of phytoglycogen (23-26%), which is typical for sugary maize mutants, and a higher amount of soluble sugars, mainly sucrose, in relation to Maya Normal. The Supersweet had about half the starch content and a very high ($\approx 24\%$) amount of soluble sugars, mainly sucrose, in relation to the Maya Normal cultivar. The Supersweet also had a negligible amount of phytoglycogen. Nutrimaiz and the Hybrid L90 x L41 showed a much higher proportion of grain in the ears and, as a consequence, a higher yield of dry solids at 30 DAP, when compared with the Maya Normal cultivar.

Manuscrito modificado recibido: 24-3-88.

- 1 Professor, School of Food Engineering, State University of Campinas, Campinas, SP, Brazil.
- 2 Research Assistant, School of Food Engineering of the above-mentioned University.
- 3 Chief, Department of Food and Nutrition Planning, School of Food Engineering, State University of Campinas, Caixa Postal 1170, 13100 Campinas SP, Brazil.

INTRODUCCION

Maize is a very important cereal grain for animal feeding all over the world, as well as for human nutrition in many countries of South, Central and North America. As a dietary staple, it provides mainly calories (approximately 400 kcal/100 g), 80% of which come from starch. Normal corn contains around 72% starch, 10% protein and 4.4% total lipids (1, 2).

Brazil, in spite of being one of the largest world corn producers (25 million metric tons in 1982), consumes much less corn than other American countries, as human food. The main reason is that rice and beans constitute the main staples, rather than corn.

In countries where the cereal is consumed in large quantities, it contributes with a significant percentage of the protein intake. However, Normal corn protein is low in biological value due to its high zein content and, consequently, limiting concentrations of lysine and tryptophan.

The discovery by Mertz, Bates and Nelson (3) of the mutant Opaque-2 (O2) with higher lysine and tryptophan contents, stimulated a great amount of research aimed at producing corn varieties with better composition and higher nutritional values (4, 5). All nutritional studies have revealed that the O2 -containing cultivars possess a much higher nutritive value than Normal corn.

Misra, Mertz and Clover (6, 7) reported that the endosperm genes which reduce starch synthesis, could also decrease the zein level in the seed, when combined with the O2 gene, causing a substantial increase in the lysine and tryptophan proportion.

Da Silva, Teixeira and Lovato (8) notified a double mutant sweet corn (Nutrimaiz) with suo2 endosperm, high lysine and tryptophan contents and outstanding agronomical properties. The overall protein value (9) and the protein composition (10) of this new cultivar were also studied.

The interest and major purpose of the authors (8-10) have been the development of maize cultivars with adequate composition and nutritive value and good processing characteristics for use as special products in human nutrition. In the present paper, a comparison is made of the amino acid composition, protein value and composition of the carbohydrate fractions of five maize cultivars at 30 days after pollination (30 DAP).

MATERIAL AND METHODS

Cultivars — The five maize cultivars utilized in this study were: Maya Normal, Maya Opaque-2 (O2), Nutrimaiz (suo2), a Hybrid L90 x L41 (suo2), obtained from isogenic lines selected from Nutrimaiz, and the Supersweet (Population SRR "Duro" - sh2). For the purpose of the experiment all five cultivars were produced at the experimental farm of the State University of Campinas (Campinas, SP., Brazil) in the same experimental plot and under identical conditions. The ears were harvested 30 days after pollination, and prepared for subsequent studies.

Preparation of the samples — Immediately after harvesting, the fresh ears were taken to the laboratory and the husk removed. The grains —still on the cob— were frozen to -20°C and freeze-dried. After dried, the grains were removed from the cob and ground to flour (100—mesh screen).

Per cent proximate composition and preparation of diets — Determination of total protein, total lipids, ash, fiber, moisture content and preparation of rat diets were done according to AOAC (11). The diets were prepared to contain 9.5% protein ($\text{N} \times 6.25$) provided by the freeze-dried corn flour or by casein. The oil and carbohydrate contents in the corn cultivars were subtracted from the amount to be added to the diets, whereas the vitamins and minerals, naturally present in the cultivars, were not taken into consideration.

Amino acids determination — Amino acid composition was determined on the acid hydrolysate (6N HCl, 105°C , 22 h) using a Beckman Model 119CL amino acid analyzer and following the procedure recommended by the manufacturer. Tryptophan was determined colorimetrically according to the W procedure of Spies (12).

Fractionation of the carbohydrates — Fractionation of the various carbohydrates was performed essentially by the procedure of González, Rhodes and Dickinson (13) with only minor modifications. The procedure is illustrated in the diagram (Figure 1).

Determination of total and reducing sugars — Total sugars were determined colorimetrically by the phenol/sulphuric acid reaction (14), and the reducing sugars by the colorimetric method of Somogy (15). Sucrose was established by subtracting reducing sugars from total sugars.

Identification of soluble sugars — Fifty milliliters of the fraction containing the soluble sugars (supernatant I, Fig. 1) were percolated through a cation exchange resin (Bio-Rad Ag 50W-X₄, 200-400 mesh, H⁺ form) and on anion exchange resin (Bio-Rad AG 1-X8, 200-400 mesh, OH⁻ form). The system was washed with deionized water until negative reaction for sugars (Molish test). The percolated solution was vacuum concentrated to approximately 2 ml divided into three vials and evaporated to dryness, washed in the same vials with chloroform, and stored under vacuum overnight in a desiccator over phosphorus pentoxide. The purified samples were silylated and analyzed by gas-liquid chromatography according to the procedure of Reyes, Wrolstad and Cornwell (16).

RESULTS AND DISCUSSION

The proximate composition (% dry basis) of the five freeze-dried cultivars is shown in Table 1. The main differences among the cultivars were a higher protein content in the Supersweet and higher lipid contents in Nutrimaiz and Supersweet, as compared to the Maya Normal.

Table 2 depicts the amino acid composition and the net protein ratio (NPR) for the five cultivars. The distinguishing features of the genetically modified cultivars, when compared to Maya Normal, were the higher contents of lysine and tryptophan and a lower ratio of leucine/isoleucine.

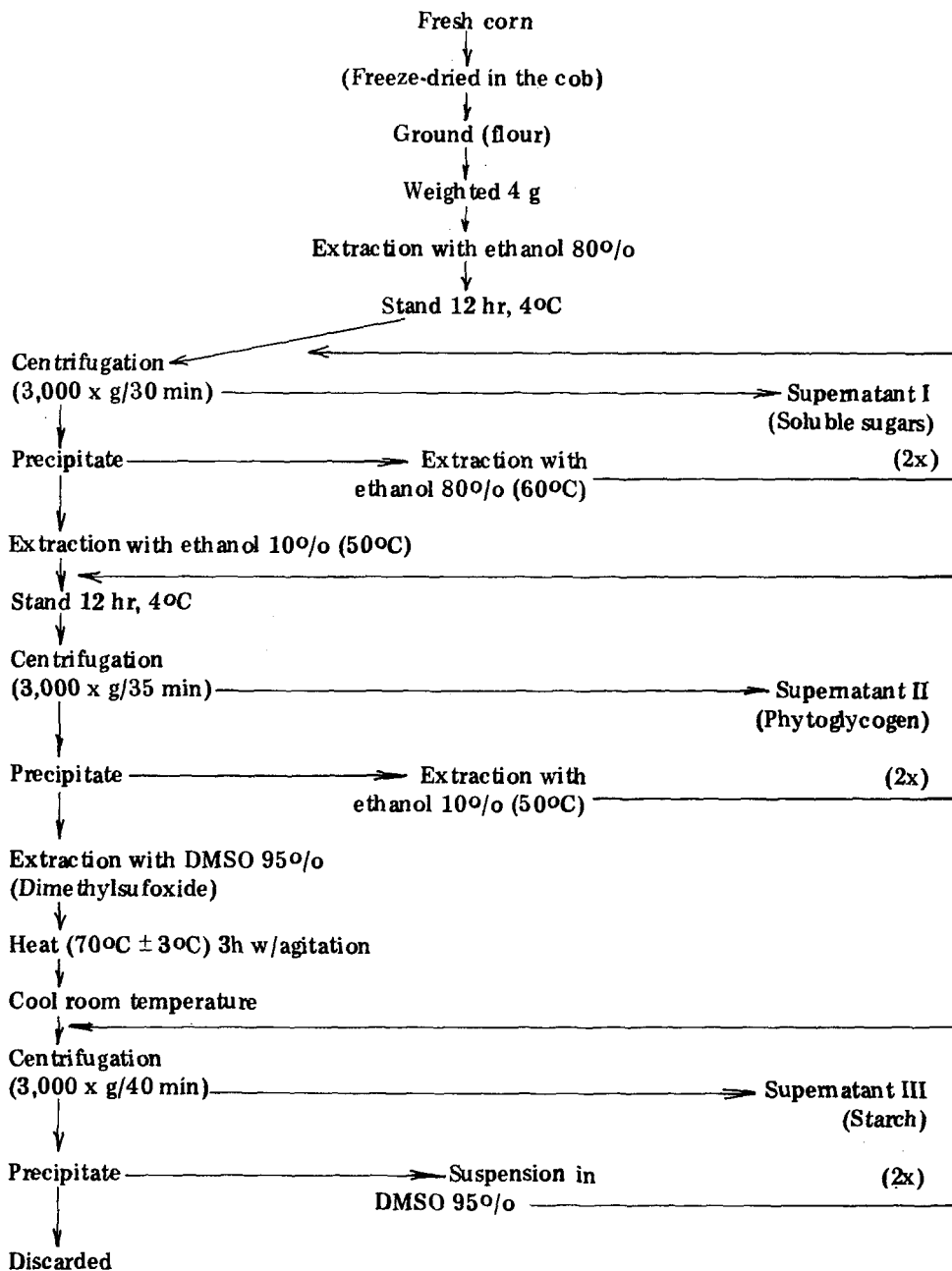


FIGURE 1

Extraction and determination of the carbohydrate fractionation of corn cultivars.

TABLE 1

PER CENT PROXIMATE COMPOSITION (DRY BASIS) OF FIVE MAIZE CULTIVARS 30 DAYS AFTER POLLINATION (30 DAP)

	Protein (%o N x 6.25)	Total lipid (%o)	Ash (%o)	Crude fiber (%o)	Carbohydrate (difference) (%o)
Maya Normal	11.87	3.6	1.8	4.6	78.1
Maya Opaque-2 (02)	10.27	4.0	1.4	4.7	77.6
Nutrimaiz (su02)	11.43	6.7	3.1	5.2	72.6
Hybrid L90 x L41 (su02)	10.67	4.6	2.0	5.4	77.3
Supersweet-SRR "Duro" (sh2)	14.90	5.4	1.9	4.8	74.0

Lysine and tryptophan are limiting amino acids in the Normal immature corn protein, becoming even more limiting as maturation develops.

The NPR for the cultivars (Table 2) indicate that the protein quality of Opaque-2, Nutrimaiz, the Hybrid L90 x L41 and of the Supersweet are superior, when compared with the Maya Normal. All genetically-modified cultivars studied had similar NPR values. The NPR of all five cultivars can be compared with the value of 3.90 obtained with a 9.5%o casein diet used as a control, in the same experiment.

Sgarbieri *et al.* (9, 17) have demonstrated that the protein quality of Nutrimaiz and Opaque-2 cultivars is maintained as maturation progresses to "dryness", while that of Maya Normal decreases considerably with maturity. The decrease in protein quality of the Normal corn was explained by a proportional increase in the zein content as the ripening advances.

Gas chromatographic analysis of the soluble sugars revealed the presence, in all samples, of sucrose, glucose and fructose. Reducing sugars varied from 1.6%o to 4.5%o for Maya Normal and Supersweet, respectively. Total sugar was low (4-5%o) for Maya Normal and Opaque-2, slightly higher (6.8-9.3%o) for Nutrimaiz and the Hybrid L90 x L41, and much higher (24.3%o) for the Supersweet. Taking into account that sucrose, glucose and fructose were the only soluble sugars detected in the extracts of all the cultivars studied, the indirect determination of sucrose was considered to be valid. Therefore, sucrose accumulation was considered to be responsible for the higher total sugar content of all cultivars in relation to Maya Normal. These results agree well with those published by González, Rhodes and Dickinson (13).

In agreement with results reported in the literature (13, 18, 19), only small amounts were found (1-1.4%o of phytyglycogen [a water soluble glucan that is more highly branched than the amylopectin component of maize starch (20)] in the starchy Maya Normal (suo2) and Maya Opaque-2 (suo2) as well as in the Supersweet (sh2) genotypes. The phytyglycogen content was higher, 23 and 26%o, for the Nutrimaiz and for the Hybrid L90 x L41, respectively. These levels of phytyglycogen have been reported to be typical for the sugary (su) genotype (18). As

TABLE 2

AMINO ACID COMPOSITION OF FIVE MAIZE CULTIVARS 30 DAYS
AFTER POLLINATION (30 DAP)

Amino Acid (g/16 g N)	Maya Normal	Maya Opaque-2	Nutrimaiz	Hybrid (L90 x L41)	Supersweet SRR-“Duro”
Lysine	3.50	4.75	4.35	4.58	3.83
Histidine	3.07	2.71	3.33	2.98	2.32
Threonine	4.20	4.18	3.85	4.01	3.92
Methionine	1.49	1.92	1.74	1.38	1.44
Valine	4.52	5.31	5.22	5.16	4.87
Leucine	15.60	7.12	8.32	6.53	7.89
Isoleucine	2.81	3.39	3.35	3.09	3.25
Phenylalanine	4.10	3.84	4.10	4.44	4.52
Tryptophan	0.40	0.80	0.94	1.15	0.65
Aspartic acid	9.32	8.48	8.45	8.59	8.59
Glutamic acid	31.07	20.00	18.51	20.50	17.40
Serine	6.33	4.52	3.85	4.35	5.22
Proline	10.50	7.57	7.45	7.10	6.38
Glycine	4.08	4.41	4.60	4.35	4.87
Alanine	12.21	11.30	12.55	14.32	12.65
1/2 Cystine	1.11	0.93	0.90	0.70	0.93
Tyrosine	2.20	2.83	3.23	1.72	3.60
Arginine	3.21	4.41	4.35	3.78	4.52
Ammonia	3.51	2.37	2.73	2.29	2.20
Total recovery	123.23	100.77	101.84	100.08	99.06
NPR	2.74	3.88	3.46	3.22	3.50
	±0.93	± 0.42	±0.79	±0.22	± 0.58

expected, starch content was high (60-65%) in Maya Normal and Maya Opaque-2, dropping to less than half (20.8–28.5%) in Nutrimaiz, Hybrid L90 x L41 and Supersweet cultivars (Table 3).

Nutrimaiz and the Hybrid L90 x L41 have been studied for the purpose of producing dehydrated fresh corn solids. Table 4 indicates the various proportions of husk, cob and grain in the whole ears, as well as the final percentages of dehydrated solids. At this stage of ripeness the normal corn has about 35% solids in the grain, but due to the low proportion of grain, renders the lowest yield. On the other hand, the Hybrid L90 x L41 with 27% solids in the grains, gives the highest yield of dry solids, due to the high proportion of grain in the ears. The higher yields of grains and dry solids associated with the high protein quality, the high digestibility of the carbohydrate fraction, and the slow ripening in the field are highly favorable properties of these genetically-modified cultivars for industrialization as fresh corn.

TABLE 3

**STARCH, PHYTOGLYCOGEN AND SOLUBLE SUGARS CONTENT OF FIVE
MAIZE CULTIVARS 30 DAYS AFTER POLLINATION (30 DAP)***

	Reducing sugars (%)	Total sugars (%)	Phyto- glycogen (%)	Starch (%)
Maya Normal	1.6	3.8	1.4	60.3
Maya Opaque-2 (o2)	2.0	5.0	1.0	65.8
Nutrimaiz (su o2)	2.3	6.8	23.3	24.7
Hybrid L90 x L41 (su o2)	2.6	9.3	26.2	28.5
Supersweet (sh2)	4.5	24.3	1.0	20.8

* Values expressed as percentage of dry weight.

TABLE 4

**PROPORTION OF GRAINS, COB, HUSK AND DEHYDRATED SOLIDS FROM
THREE CULTIVARS OF MAIZE, 30 DAYS AFTER POLLINATION (30 DAP)**

Proportions	Maya Normal	Nutrimaiz	Hybrid (L90 x L41)
Huks (%)	40.5	51.7	34.5
Cob (%)	30.5	6.5	11.8
Grain (%)	29.0	41.8	53.7
Dry solids* (%)	10.0	12.6	16.0

* Dry solids (%) represent industrial yield in relation to the whole corn ear.

ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgements are due to Drs. W. J. Da Silva and P. Arruda (Department of Genetics and Evolution, State University of Campinas) for providing the maize samples used in this study. The authors Reyes and Iguti also wish to express their appreciation to CNPq and FAPESP, respectively, for the research scholarship received.

RESUMEN

**ESTUDIO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE MAIZ 30 DIAS DESPUES
DE LA POLINIZACION (30 DAP): CARBOHIDRATOS Y PROTEINAS**

Un estudio comparativo de las proteínas y los carbohidratos de cinco cultivares de maíz, 30 días después de la polinización (30 DAP) reveló que, con relación al Maya

Normal, el cultivar Superdulce contenía un mayor porcentaje (14.9%) de proteína, la que también era de mejor calidad. Por otra parte, los cultivares Maya-Opaco-2, Nutrimaíz y el Híbrido L90 x L41 también mostraron proteína de mejor calidad. En comparación con el Maya Normal, el contenido lipídico fue mayor en los cuatro cultivares genéticamente modificados. El Maya Normal y el Opaco-2 acusaron alto contenido de almidón, bajo de azúcares solubles totales y reductores, y sólo pequeñas cantidades (\cong 1%) de fitoglicógeno, un polisacárido soluble en agua. En contraste con el Maya Normal, el Nutrimaíz y el Híbrido L90 x L41 contenían, aproximadamente, la mitad del almidón. En compensación, estos últimos cultivares mostraron un apreciable contenido de fitoglicógeno (23-26%), y un alto contenido de azúcares solubles, principalmente sacarosa. El Superdulce acusó un alto contenido de azúcares solubles (\cong 24%), principalmente sacarosa) y una cantidad de almidón igual a la mitad del Maya Normal. El contenido de fitoglicógeno en el Superdulce fue ínfimo. El Nutrimaíz y el Híbrido L90 x L41 tuvieron mayor proporción de granos en la mazorca y, en consecuencia, mayor producción de sólidos secos a los 30 DAP que el Maya Normal.

BIBLIOGRAPHY

1. Mertz, E. T. Nutritive value of corn and its products. In: **Corn: Culture, Processing, Products**. G. E. Inglett (Ed.). Westport, Connecticut, The AVI Pub. Co., Inc., 1970.
2. Tosello, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: **Melhoramento e Produção do Milho no Brasil**. Fundação Cargill (Ed.). Piracicaba, S. P., Marprint, 1978.
3. Mertz, E. T., L. S. Bates & O. E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, **145**: 279, 1964.
4. Mertz, E. T., O. A. Vernon, L. S. Bates & O. E. Nelson. Growth of rats fed on Opaque-2 maize. *Science*, **148**: 1741, 1965.
5. Misra, P. S., R. Jambunathan, E. T. Mertz, D. V. Glover, H. M. Barbosa & K. S. McWhirter. Endosperm protein synthesis in maize mutants with increased lysine content. *Science*, **176**: 1425, 1972.
6. Misra, P.S., E.T. Mertz & D.V. Glover. Studies on corn proteins. VI. Endosperm protein changes in single and double endosperm mutants of maize. *Cereal Chem.*, **52**: 161, 1975.
7. Misra, P. S., E. T. Mertz & D. V. Glover. Studies on corn protein. VII. Developmental changes in endosperm protein of high lysine mutants. *Cereal Chem.*, **52**: 844, 1975.
8. Da Silva, W. J., P. Teixeira & M. B. Lovato. Nutrimaiz, a tropical sweet maize cultivar of high nutritional value. *Maydica*, **23**: 129, 1978.
9. Sgarbieri, V. C., W. J. da Silva, P. L. Antunes & J. Amaya-F. Chemical composition and nutritional properties of a sugary-1/Opaque-2 (su02) variety of maize (*Zea mays*, L.). *J. Agric. Food Chem.*, **25**: 1098, 1977.
10. Schönhaus, I. & V. C. Sgarbieri. Inherited characteristics of composition and protein nutritive value of a new cultivar of maize (Nutrimaiz) in two stages of maturity. *J. Agric. Food Chem.*, **31**: 1, 1983.
11. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.

12. Spies, J. R. Determination of tryptophan in protein. *Anal. Chem.*, **39**: 1412, 1967.
13. Gonzáles, J. W., A. M. Rhodes & D. B. Dickinson. Carbohydrate and enzymatic characterization of a high sucrose sugary inbred line of sweet corn. *Plant Physiol.*, **58**: 28, 1976.
14. Dubois, M., K. A. Killes, J. K. Hamilton, P. A. Rebers & P. Smith. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350, 1956.
15. Somogy, M. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.*, **160**: 61, 1945.
16. Reyes, F. G. R., R. E. Wrolstad & C. J. Cornwell. Comparison of enzymic, gas-liquid chromatographic and high performance liquid chromatographic methods for determining sugars and organic acids in strawberries at three stages of maturity. *JAOAC*, **65**(1): 126, 1982.
17. Sgarbieri, V. C., E. Contreras, J. Amaya, W. J. Da Silva & F. G. R. Reyes. Composição e valor nutritivo de quatro cultivares de milho (*Zea mays*) em dois estágios de maturação. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **2**: 180, 1982.
18. Creech, R. G. Application of biochemical genetics in quality improvement and plant nutrition. I. Genetic mutation affecting carbohydrate properties of maize endosperm. *Qual. Plant. Mater. Veg.*, **13**: 86, 1966.
19. Laughnan, J. R. The effect of the sh2 factor on the carbohydrate reserves in the mature endosperm of maize. *Genetics*, **38**: 485, 1953.
20. Schiefer, S., E. Y. C. Lee & W. S. Whelan. Multiple forms of starch synthetase in maize varieties as revealed by disc-gel electrophoresis and activity staining. *FEBS Lett.*, **30**: 129, 1973.

COMPARATIVE STUDY OF MAIZE CULTIVARS 30 DAYS AFTER POLLINATION (30 DAP): CHARACTERIZATION OF STARCH

Félix G. R. Reyes,¹ Cecilia H. Goia,² and Valdemiro C. Sgarbieri³

Departamento de Ciência de Alimentos
Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas, São Paulo, Brasil

SUMMARY

Characterization of starch was comparatively studied in five maize cultivars, i.e., Maya Normal, Nutrimaiz, two hybrids (L90 x L78, L90 x L41) and Supersweet (SRR "Duro"), 30 days after pollination (30 DAP). Amylose content was found to be higher in the Maya Normal starch (31.3^o/o) and lower (23 to 27^o/o) in the genetically-modified cultivars. The absolute density of the isolated starches did not show significant differences among cultivars. Solubility and swelling studies suggested the presence of more homogeneous forces maintaining the granular matrix on the starch from Maya Normal in relation to the other maize cultivars. The starch from the genetically-modified cultivars had a reduced solubility in dimethylsulfoxide and lower values for the gelatinization temperature range, in comparison to the Maya Normal. Information from the Brabender amylogram indicated greater resistance of the gelatinized maize starches to granule breakdown by mechanical stirring, in the new genotypes, resembling those starches modified by cross-linking.

INTRODUCTION

Due to its content of carbohydrates, mainly starch, and some other nutrients such as protein, oil and vitamins, maize is an important crop, both from the commercial and nutritional points of view. Maize is also of great importance in industry, as it appears in the market in the form of many industrialized products.

Brazil has reached the position of being the third world maize producer with a continuing increase in yield and planted area. The present

Manuscrito modificado recibido: 24-3-88.

- ¹ Professor, School of Food Engineering, State University of Campinas Campinas, Campinas, SP, Brazil.
- ² Research Assistant, School of Food Engineering of the above-mentioned University.
- ³ Chief, Department of Food and Nutrition Planning, School of Food Engineering, State University of Campinas, Caixa Postal 1170, 13100 Campinas SP, Brazil.

cultivated area and production approach 12 billions hectares and 25 millions metric tons per year, respectively (1).

New maize cultivars have been developed at the Department of Genetics and Evolution of the State University of Campinas, Brazil, some of them exhibiting appreciable differences in composition (2, 3). Main changes have been observed in the carbohydrate fractions, particularly in the starch (4); however, no information is available as to the composition of said starch (amylose and amylopectin), as well as to possible changes in the technological and functional properties of starch in these genetically-modified cultivars. Changes in the lipid-soluble fraction for some of these cultivars (5) as well as for their proteins (6) have been published.

In the present paper, the starch chemical and functional properties of five maize cultivars, harvested 30 DAP, were comparatively studied.

MATERIAL AND METHODS

Cultivars — In the study herein described, the cultivars used were: Maya Normal, Nutrimaiz (suo2), L90 x L78 (suo2) and L90 x L41 (suo2), two híbrids obtained from isogenic lines selected from Nutrimaiz; and a Supersweet SRR “Duro” (Sh2). All of them were produced under identical conditions at the Genetics Department plot so as to avoid environmental influences as much as possible.

Isolation of starch — The ears were harvested 30 DAP, and after removing the husk were kept frozen (-20°C) for conservation purposes. Isolation of starch was done according to the procedure followed by Watson (7).

Chemical analysis of starch — Moisture, protein, ashes and lipid contents were determined following AACC methods 44-15, 46-11, 08-01 and 30-20, respectively (8). The fiber content was established by the acid detergent method of the AOAC (9). The amylose content was determined according to the iodine colorimetric technique of McCready and Hassid (10), using purified corn amylose as a reference standard.

Starch hydrolysis using 0.5N sulphuric acid solution and identification of the hydrolysis products by gas liquid chromatography were performed according to the procedure described by Reyes *et al.* (11).

Absolute density — Absolute density was investigated by the xylene displacement method of Schoch and Leach (12).

Gelatinization temperature range — The gelatinization temperature range of the starch slurries (0.2% o) was determined by microscopic observation under polarized light, according to MacMasters (13).

Swelling power and solubility — The method of Leach, McCowen and Schoch (14) was used to study the swelling and solubility of the starch samples.

Solubility in dimethylsulfoxide — A modification of the method of Leach and Schoch (15), introduced by Reyes *et al.* (11), was applied to determine the solubility of maize starches in DMSO.

Starch pasting properties — Pasting properties of maize starches were investigated utilizing the Brabender viscoamylograph. Concentration of the starch samples was 36.0 g of starch (dry basis) in 450 ml of distilled

water. Initial temperature of the starch slurry was 25°C, heated at 1.6°C/min in the amylograph bowl up to 95°C; it was kept at this temperature for 20 min, and then cooled to 35°C. The rotation value was maintained at 74.5 rpm.

RESULTS AND DISCUSSION

The chemical composition of the isolated starch from all five cultivars is shown in Table 1. Gas liquid chromatographic analysis of the trimethylsilyl derivatives of the maize starch hydrolysates revealed the presence of glucose only. No fiber was detected in any sample, and the protein, lipid and ash contents were very low. These results indicated starches with a high degree of purity. The amylose content of the genetically-modified cultivars was, in general, lower than that of Maya Normal, and the absolute density of the isolated starches did not show significant differences among cultivars.

The swelling and solubility properties of maize starches are illustrated in Figures 1 and 2. In general, the Nutrimaiz cultivars and the Hybrids L90 x L78 and L90 x L41 presented a similar swelling and solubility pattern. The Maya Normal cultivar had a starch with lower swelling and solubility at temperatures below 65°C, but presented a sharp increase in swelling and solubility with the increase of temperature. This suggests the presence of more homogenous forces maintaining the granular matrix on the starch from Maya Normal in relation to the other maize cultivars.

Solubilization rates of maize starches in DMSO are presented in Figure 3. Up to 25 hr of digestion, the starch from Maya Normal presented a higher rate of solubilization in DMSO, the Supersweet was intermediate, and Nutrimaiz, L90 x L78 and L90 x L41 were the lowest. The last three cultivars had a similar rate of solubilization in DMSO. These results may be attributed to a poor DMSO penetration in the starch of the genetically-modified cultivars in relation to the Maya Normal.

The values for the gelatinization temperature range of the starch from the different cultivars are presented in Table 1. As may be observed, in general, the starch from the modified cultivars had lower values than Maya Normal. Cultivars L90 x L78, L90 x L41 as well as the Supersweet, presented the lowest (66°C – 74°C) values, and Nutrimaiz, intermediate (72°C – 79°C) values for the gelatinization temperature range in relation to Maya Normal.

Pasting characteristics of maize starches are illustrated in Figure 4. All cultivars presented similar initial pasting temperature, with values ranging from 72°C for the cultivar Maya Normal to 76°C for the L90 x L78. Compared to the other cultivars, Maya Normal had a sharp increase in viscosity once the initial pasting temperature was reached, confirming the presence of homogeneous bonding forces that maintained the granular matrix on the starch of this cultivar. During

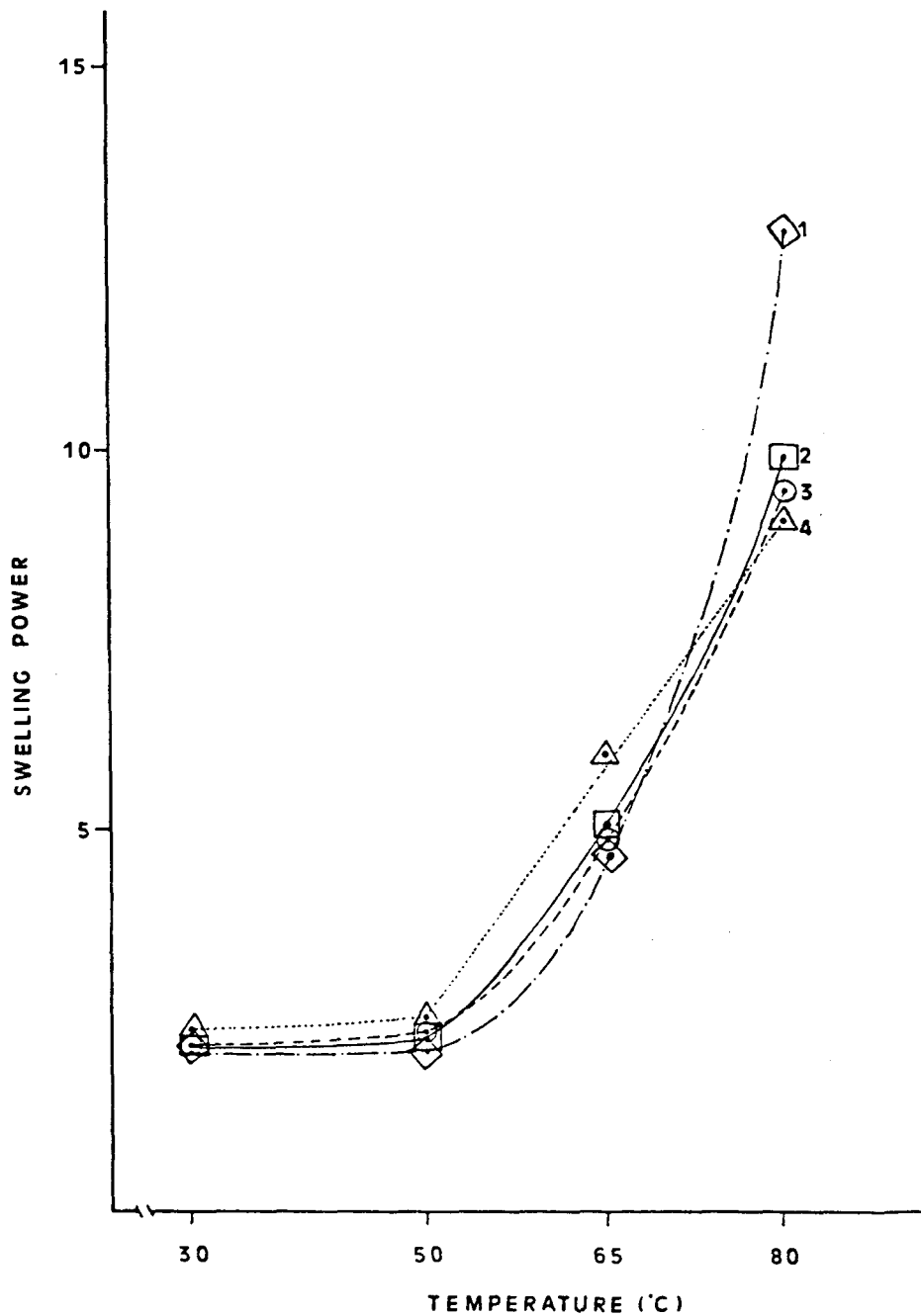


FIGURE 1

Swelling power, in water, of maize starches isolated from cultivars, with 30 days after pollination. 1 = Maya Normal. 2 = Hybrid L90 x L41. 3 = Hybrid L90 x L78, and 4 = Nutrimaiz

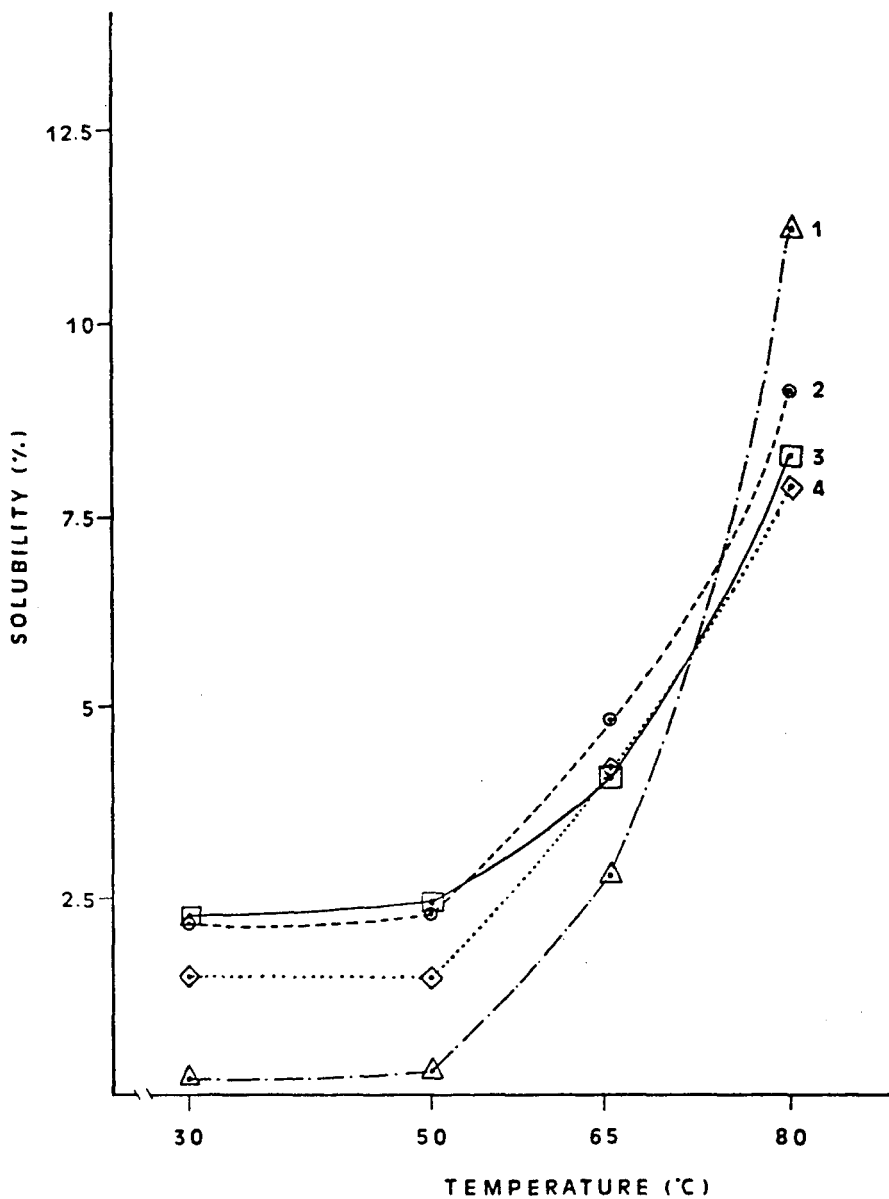


FIGURE 2

Solubility, in water, of maize starches isolated from cultivars, with 30 days after pollination. 1 = Maya Normal. 2 = Hybrid L90 x L41. 3 = Hybrid L90 x L78, and 4 = Nutrimaiz

the isothermal holding period at 95°C, all the starches had a constant viscosity, or even a small increase in viscosity, as shown by Supersweet, which is indicative of the high resistance of the gelatinized maize starches to granule breakdown by mechanical stirring in the Brabender amylograph bowl. The starch resistance of the genetically-modified maize harvested 30 DAP, to mechanical shear upon gelatinization, resembles those starches modified by cross-linking.

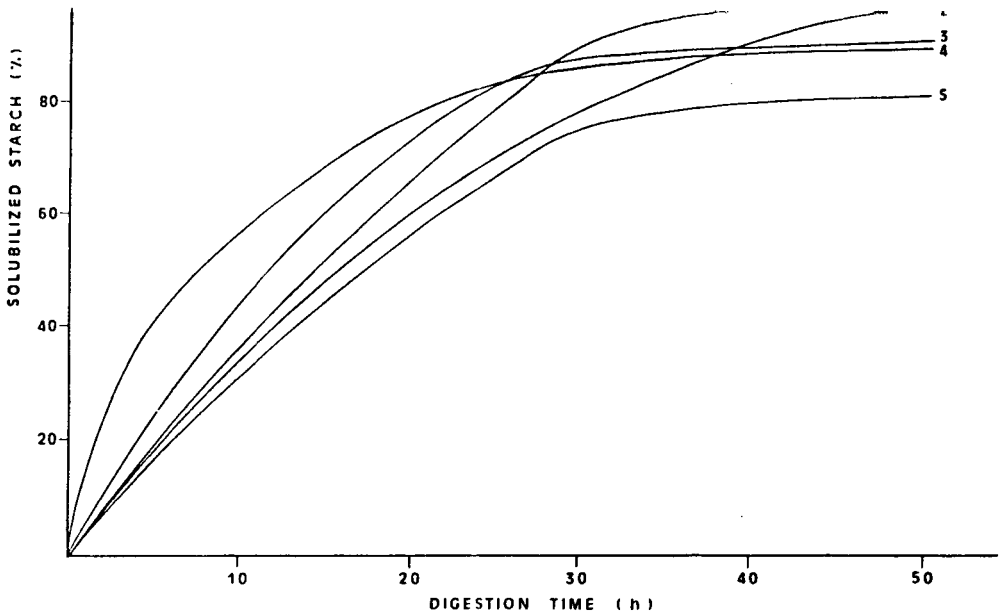


FIGURE 3

Solubility in dimethylsulfoxide of maize starches isolated from cultivars with 30 days after pollination. 1 = Nutrimaiz. 2 = Hybrid L90 x L48. 3 = Supersweet, SSR "Duro" (sh2). 4 = Maya Normal, and 5 = Hybrid L90 x L41

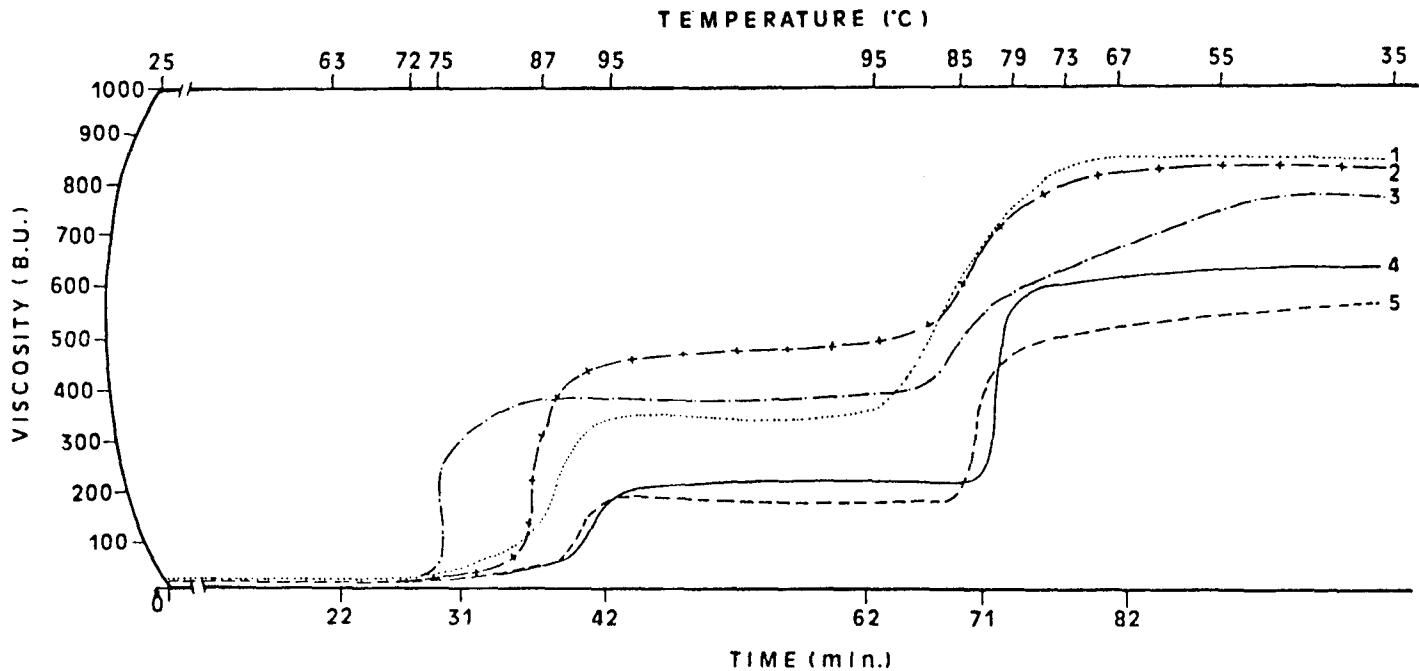


FIGURE 4

Brabender amylogram of maize starches, at 8% (W/V), isolated from cultivars with 30 days after pollination.
 1 = Nutrimaiz. 2 = Supersweet, SRR "Duro" (sh2). 3 = Maya Normal. 4 = Hybrid L90 x L41, and 5 = Hybrid L90 x L78

ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgements are due to Drs. W. J. Da Silva, and P. Arrud (Department of Genetics and Evolution, State University of Campinas) for providing the maize samples used in this study. Authors Reyes and Iguti also wish to express their appreciation to CNPq and FAPESP, respectively, for the research scholarship received.

RESUMEN

ESTUDIO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE MAIZ 30 DIAS DESPUES DE LA POLINIZACION (30 DAP): CARACTERIZACION DEL ALMIDON

La caracterización del almidón fue estudiada comparativamente en cinco cultivares de maíz, a saber: Maya Normal, Nutrimaíz, dos híbridos (L90 x L78, L90 x L41) y Superdulce (SRR "Duro"), 30 días después de la polinización (30 DAP). Se encontró que el contenido de amilosa era más elevado en el almidón del Maya Normal (31.30/o) y más bajo (23 a 27/o) en los cultivares genéticamente modificados. La densidad absoluta de los almidones no difirió significativamente entre todos los cultivares. Los estudios de solubilidad y de capacidad de hinchamiento sugirieron la existencia de fuerzas más homogéneas en la manutención de la matriz granular del almidón del Maya Normal, en comparación con los otros cultivares. Con relación al Maya Normal, el almidón de los cultivares genéticamente modificados acusó menor solubilidad en dimetilsulfóxido y temperaturas de gelatinización más bajas. Los amilogramas de los almidones de los cultivares genéticamente modificados, indicaron mayor resistencia de los almidones gelatinizados de maíz a la ruptura de los gránulos por agitación mecánica, a semejanza de los almidones químicamente modificados por enlaces cruzados.

BIBLIOGRAPHY

1. Fancelli, A. L. & U. A. Lima. **Milho: Produção, Pré-processamento e Transformação Agro-Industria**. Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, SP, Brasil, 1982.
2. Sgarbieri, V. C., W. J. Da Silva, P. L. Antunes & J. Amaya-F. Chemical composition and nutritional properties of a sugary-1/opaque-2 (su02) variety of maize (*Zea mays*, L.). **J. Agric. Food Chem.**, 25: 1098-1101, 1977.
3. Sgarbieri, V. C., E. Contreras, J. Amaya-F., W. J. Da Silva & F. G. R. Reyes. Composição e valor nutritivo de quatro cultivares de milho (*Zea mays*) em dois estágios de maturação. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, 2(2): 180-193, 1982.
4. Reyes, F. G. R., A. M. Iguti & V. C. Sgarbieri. Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Carbohydrate and protein. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 39(1):
5. Contreras, E., F. C. Strong III & W. J. Da Silva. Fatty acid and vitamin E content of Nutrimaiz, a sugary/opaque-2 corn cultivar. **J. Agric. Food Chem.**, 30: 1113-1117, 1982.
6. Schonhaus, I. & V. C. Sgarbieri. Inherited characteristics of composition and protein nutritive value of a new cultivar of maize (Nutrimaiz) in two stages of maturity. **J. Agric. Food Chem.**, 31: 1-7, 1983.

7. Watson, S. A. Whole Starch. 1. Corn starch isolation. In: **Methods in Carbohydrate Chemistry**. Vol. IV, R. L. Whistler (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1964, p. 3-5.
8. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. St. Paul, Minn., The Association, 1976.
9. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1976.
10. McCready, R. M. & W. Z. Hassid. The separation and quantitative estimation of amylose and amylopectin in potato starch. **JACS**, **65**: 1154, 1943.
11. Reyes, F. G. R., B. L. D'Appolonia, C. F. Ciacco & M. W. Montgomery. Characterization of starch from ginger root (*Zingiber officinale*). **Starch/Starke**, **34**: 40-44, 1982.
12. Schoch, I. J. & H. W. Leach. Determination of absolute density. In: **Methods in Carbohydrate Chemistry**. Vol. IV. R. L. Whistler (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1964, p. 101.
13. McMasters, M. M. Microscopic techniques for determining starch granule properties. In: **Methods in Carbohydrate Chemistry**. Vol. IV. R. L. Whistler (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1964, p. 233-240.
14. Leach, H. W., L. D. McCowen & T. J. Schoch. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility pattern of various starches. **Cereal Chem.**, **36**: 534-544, 1959.
15. Leach, H. W. & T. J. Schoch. Structures of the starch granule. III. Solubilities of granular starches in dimethylsulfoxide. **Cereal Chem.**, **39**: 318-327, 1962.

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS HELADOS DE CREMA ELABORADOS EN CARACAS, VENEZUELA

*Lola Szwarcbort de Tamsut*¹ y *Carmen Elena García*²

Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se analizaron 122 muestras de helados de crema, sabor vainilla (mantecado), elaborados por ocho industrias ubicadas en el Área Metropolitana de Caracas, Venezuela.

Se investigó la presencia de bacterias aerobias mesófilas, bacterias psicrófilas, *Staphylococcus aureus*, enterobacterias y hongos filamentosos. Se encontró que el 56.6% de las muestras se ajustaba a los estándares internacionales propuestos para bacterias aerobias mesófilas, 68% para *Staphylococcus aureus*, y 23% para enterobacterias. Los hallazgos revelaron, asimismo, tres serotipos de *E. coli* enteropatógena, uno de *Salmonella* y uno de *Shigella*, y se aislaron e identificaron 10 géneros de hongos filamentosos.

INTRODUCCION

El presente trabajo tuvo por finalidad estudiar desde el punto de vista microbiológico, los helados de crema elaborados en Caracas. Este tipo de helado es un producto complejo que se prepara mediante la mezcla y congelación de diversas materias primas, tales como leche, crema de leche, huevos, agua, azúcar, estabilizantes, colorantes y aromatizantes.

Manuscrito modificado recibido: 15-12-88.

- 1 Profesor Asistente, Cátedra de Microbiología, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Los Chaguaramos, Caracas, Venezuela.
- 2 Profesor Titular, Cátedra de Microbiología de Alimentos, Facultad de Farmacia, de la misma Universidad.

Los helados de crema del país aportan aproximadamente 4.10/o de proteínas; 12.00/o de grasas; 22.00/o de glúcidos, calcio, fósforo y hierro, así como vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (1), importantes componentes de la dieta humana para el logro de un buen crecimiento, principalmente en los niños. Comúnmente, la calidad del helado se juzga por el sabor, textura, calidad y color del empaque, pero la contaminación microbiana juega uno de los papeles más importantes en determinar dicha calidad, ya que indica las condiciones higiénicas que existen en la elaboración del helado.

Investigadores como Wallace (2) han descrito una epidemia que se suscitó en Trinidad a causa de *Salmonella typhi*, adquirida por la ingestión de helados. En el período comprendido entre los años 1973-1976 figuraron como alimentos involucrados en intoxicaciones, la carne, 37.20/o, el pescado, 58.80/o, y los helados, 21.20/o. Otros investigadores, Bastepe y Kosker (3), detectaron en Ankara (Turquía) que el 240/o de las muestras de helados sometidas a análisis contenían *Staphylococcus aureus*.

En nuestro trabajo se trazaron como objetivos los siguientes:

1. Estudiar la calidad microbiológica del helado de crema, sabor de vainilla, elaborado en Caracas, Venezuela.
2. Identificar los principales microorganismos de interés en salud pública.
3. Establecer, en base a los resultados obtenidos, si los productos analizados eran aptos para consumo, y
4. Aportar información básica para el establecimiento de normas de calidad microbiológica en Venezuela.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron individualmente 122 muestras de helados de crema, sabor de vainilla, correspondientes a las ocho industrias de mayor producción y venta en Venezuela. Se seleccionó un promedio de tres lotes diferentes, cada uno de los cuales se tomó en diferentes días para cada industria, o estuvo constituido cada lote por cinco muestras tomadas al azar el mismo día, al final de la línea de producción. Las muestras se colocaron en hielo seco y fueron transportadas en estado de congelación al laboratorio; se conservaron en congelación hasta el momento de realizar los siguientes exámenes:

- a) Numeración de bacterias aerobias mesófilas (4).
- b) Numeración de bacterias psicrófilas (5).
- c) Numeración e identificación de enterobacterias (5).
- d) Numeración e identificación de *Staphylococcus aureus* (4).
- e) Investigación e identificación de *Salmonella* (4).
- f) Numeración e identificación de hongos filamentosos y levaduriformes (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las numeraciones efectuadas y los valores estadísticos se pueden apreciar en la Tabla 1.

En las Tablas 2 y 3, se presenta el porcentaje de enterobacterias aisladas de las 122 muestras de helados y de *Escherichia coli* enteropatógena, respectivamente.

Asimismo, en las Tablas 4 y 5 se exponen las normas microbiológicas para helados correspondientes a la International Commission on Microbiological Specifications for Foods, y la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

Por otro lado, las Tablas 6, 7 y 8 muestran la frecuencia relativa y acumulada de los diferentes microorganismos investigados.

Se estableció que de acuerdo con los resultados obtenidos, el 56.60% de las muestras analizadas cumplía con los límites propuestos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (6) para bacterias aerobias mesófilas. Este grupo de bacterias se emplea como indicador de la calidad higiénica de los productos, y un número elevado implicaría un deterioro rápido de los mismos.

El 86.10% de las muestras acusó valores menores de 10^5 /g para bacterias psicrófilas. No se encontraron datos en los estudios consultados acerca de estos microorganismos, los que cobran importancia en los productos mantenidos a baja temperatura porque dentro de este grupo existen bacterias que, a largo plazo, causan alteraciones en los caracteres organolépticos (olor, sabor, color). El 680% de las muestras se ajustaba a los valores permitidos por el ICMSF (7), y 97.50% con los de CONEVIN (6) para *Staphylococcus aureus*. La presencia de este microorganismo indica contaminación por manipuladores de alimentos, y si las condiciones para su multiplicación son adecuadas, especialmente la temperatura, se pueden producir niveles tóxicos de enterotoxina.

Se encontró, asimismo, que el 230% de las muestras dio valores menores de 10/g para las enterobacterias, grupo que no figura en las normas nacionales e internacionales. Dentro de esta familia de bacterias están incluidos géneros patógenos para el hombre y los animales, y la contaminación con alguno de esos géneros puede ser peligrosa para la salud. Se aisló *Escherichia coli*, *Salmonella* grupo D, y *Shigella sonnei*. El porcentaje de cada uno de estos microorganismos, por industria, figura en la Tabla 2. El porcentaje de *E. coli* enteropatógena, por industria, y los serotipos identificados se muestran asimismo, en la Tabla 3.

Según se constató, el 27.00% de las muestras estaba comprendido dentro de los límites establecidos en las normas COVENIN (8) para hongos filamentosos y levaduriformes, y para los que no hay especificaciones en las normas del ICMSF (7). Estos microorganismos, cabe señalar, son responsables de alteraciones en las características organolépticas del producto, desconociéndose la capacidad de estos helados, en cuanto a producir micotoxinas. Se aislaron 10 géneros diferentes: *Aspergillus* sp, *Aspergillus versicolor*, *Paechylomices puntonii*, *Fusarium* sp, *Curvularia* sp, *Gliocladium* sp, *Penicillium* sp, *Penicillium monoverticilado*, y *Micelia sterilia*.

Los resultados obtenidos indican que a pesar de ser los helados un producto que se somete a procesos tales como la pasteurización, madu-

TABLA I

NUMERACION DE LOS DIFERENTES MICROORGANISMOS Y VALORES ESTADISTICOS PARA LAS OCHO INDUSTRIAS DE HELADOS

Microorganismos y valores estadísticos		Industrias							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Bacterias aerobias mesófilas	\bar{x}	4,3295	3,0680	5,0070	4,7682	2,1880	3,9713	5,8307	5,5091
	ds	1,4640	0,4693	0,6156	1,7502	1,7298	0,9707	0,9275	0,5384
	min.	1.90	2.30	3.76	0.00	0.00	2.60	4.07	4.40
	máx.	5.95	3.72	5.95	6.38	4.55	5.43	6.68	6.30
	Cv	33.81	15.30	12.30	36.71	79.06	24.44	15.91	9.77
Bacterias psicrófilas	\bar{x}	2,7285	1,7140	4,6135	3,9045	1,5620	2,8747	3,8760	5,2727
	ds	1,5873	0,6161	1,0199	1,2953	0,6114	0,9583	0,7078	0,4951
	min.	0.00	0.00	3.00	2.30	0.00	1.30	2.41	4.72
	máx.	5.63	2.55	6.50	6.23	2.55	3.88	4.62	5.91
	Cv	58.17	35.95	22.11	33.17	39.14	33.33	18.26	9.39
<i>Staphylococcus aureus</i>	\bar{x}	0,5995	1,4427	0,7770	2,3273	0,0000	0,4787	1,0500	1,7909
	ds	1,0843	1,2356	1,1699	0,7845	0,0000	1,0001	1,1650	1,4632
	min.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	máx	3.00	2.77	3.30	2.87	0.00	2.70	2.38	3.36
	Cv	180.87	85.64	150.57	33.71	0.00	208.94	110.95	81.70
Enterobacterias	\bar{x}	2,5815	1,4440	2,6635	2,3227	0,7040	2,8033	1,3960	3,4845
	ds	1,0189	1,1054	0,3109	1,5002	1,0409	1,0508	1,3896	0,3562
	min.	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	3.11
	máx.	3.69	2.77	3.07	3.50	2.39	3.96	3.60	4.41
	Cv.	39.47	76.55	11.67	64.59	147.86	37.48	99.54	10.22
Hongos filamentosos	\bar{x}	3,8690	3,1373	3,9060	2,0736	2,4433	3,7440	3,9000	4,6909
	ds	1,5356	0,2923	0,4709	0,7785	0,6023	0,2355	0,4466	0,7110
	min.	1.30	2.59	3.27	0.00	1.64	3.41	3.20	3.30
	máx.	5.90	3.55	4.82	2.69	3.65	4.08	4.60	5.57
	Cv.	39.69	9.32	12.06	37.54	24.65	6.29	11.45	15.18

TABLA 2

PORCENTAJE DE ENTEROBACTERIAS AISLADAS EN 122 MUESTRAS
DE HELADOS

Enterobacterias (O/o)	A	B	C	Industrias				
				D	E	F	G	H
<i>Escherichia coli</i>	35	33	24	40	25	38	39	50
<i>Enterobacter agglomerans</i>	10	56	24	20	—	13	—	—
<i>Enterobacter aerogenes</i>	15	—	43	—	38	13	28	—
<i>Enterobacter liquefaciens</i>	10	—	—	—	—	13	—	—
<i>Hafnia</i>	5	—	—	20	—	—	—	—
<i>Proteus mirabilis</i>	15	11	—	20	25	25	17	28
<i>Citrobacter freundii</i>	—	—	—	—	13	—	—	—
<i>Salmonella grupo D</i>	—	—	—	—	—	—	17	—
<i>Shigella sonnei</i>	—	—	—	—	—	—	—	22
<i>Serratia marcescens</i>	10	—	10	—	—	—	—	—

— = Negativo en 25 g de muestra.

TABLA 3

PORCENTAJE DE *ESCHERICHIA COLI* ENTEROPATOGENA AISLADA
EN 122 MUESTRAS DE HELADOS

<i>Escherichia coli</i> (O/o)	A	B	C	Industrias				
				D	E	F	G	H
Poli B								
0119:B14	0	0	33	0	0	20	0	0
Poli A								
0111:B4	0	0	0	67	0	0	0	0
Poli A								
055:B5	0	0	0	0	0	0	0	100
No enteropatógena	100	100	67	33	100	80	100	0

ración en frío, congelación y endurecimiento, pueden contener microorganismos patógenos y microorganismos causantes de deterioro en la calidad, los cuales se conservan largo tiempo debido a la baja temperatura. En consecuencia, las materias primas deben controlarse al igual que el proceso de manufactura, así como los manipuladores, los envases y empaque, el ambiente, los equipos y el almacenamiento.

TABLA 4
 NORMA MICROBIOLÓGICA PARA HELADOS SIMPLES
 DEL ICMSF (1974)

	Plan	n	c	m	M
Bacterias aerobias mesófilas	3	5	2	10 ⁴	2.5 x 10 ⁵
Coliformes	3	5	2	10	10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella</i>	2	10	0	0	—

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS HELADOS Y MEZCLAS LÍQUIDAS A NIVEL DE PLANTA

	Con productos lácteos (incluye las mezclas líquidas)				Sin productos lácteos				Método de ensayo								
	Simples		Con agregados		Sin fruta		Con fruta										
	n	c	m	M	n	c	m	M		n	c	m	M				
Aerobios mesófilos ufc/g (1)	5	3	10 ⁴	2.5x10 ⁵	5	3	2.5x10 ⁴	2.5x10 ⁵	5	3	10 ²	10 ³	5	3	10 ²	10 ³	CONVENIN 902
Coliformes Nmp/g (1)	5	2	10	10 ²	5	2	10 ²	10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—	CONVENIN 1104
Coliformes fecales Nmp/g (1)	5	0	3	—	5	0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	CONVENIN 1104
Salmonella en 25 g de muestra (2)	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	CONVENIN 1291
Staphylococcus aureus ufc/g	5	2	10 ²	10 ³	5	2	10 ²	10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—	CONVENIN 1292
Mohos (1) ufc/g	5	2	10 ²	10 ³	5	3	10 ²	10 ³	5	3	10 ²	10 ³	5	3	10 ²	10 ³	CONVENIN 1337
Levaduras (1) ufc/g	5	3	10 ²	10 ³	5	3	10 ³	5x10 ³	5	3	10 ²	10 ³	5	3	10 ²	5x10 ³	CONVENIN 1337

Donde: n = Número de muestras del lote.
 c = Número de muestras defectuosas.
 m = Límite mínimo.
 M = Límite máximo.

- 1) Carácter de recomendación.
- 2) El análisis de *Salmonella* es para todos los helados con productos lácteos y para todos los helados sin productos lácteos que contengan cacao y coco o cualquier otro ingrediente susceptible de tener *Salmonella*.

TABLA 6

FRECUENCIA RELATIVA Y ACUMULADA DE LOS DIFERENTES
MICROORGANISMOS INVESTIGADOS

No. de microorganismos/g	Bacterias aerobias mesófilas		Bacterias psicró filas	
	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
0-1000	23.8	23.8	46.7	46.7
1001-10000	13.1	26.9	18.9	65.6
10001-100000	19.7	56.6	20.5	86.1
100001-1000000	33.6	90.2	11.5	97.5
1000001-10 ⁷	9.8	100.0	2.5	100.0
	100.0		100.0	

TABLA 7

FRECUENCIA RELATIVA Y ACUMULADA DE LOS DIFERENTES
MICROORGANISMOS INVESTIGADOS

No. de microorganismos/g	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
0 - 100	68.0	68.0
101 - 1000	29.5	97.5
1001 - 10000	2.5	100.0
	100.0	

TABLA 8

FRECUENCIA RELATIVA Y ACUMULADA DE LOS DIFERENTES
MICROORGANISMOS INVESTIGADOS

No. de microorganismos/g	Enterobacterias		Hongos filamentosos	
	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
0-1	23.0	23.0	0.8	0.8
11-100	7.4	30.3	10.7	11.5
101-1000	41.0	71.3	15.6	27.0
1001-10000	27.8	99.2	43.4	70.5
10001-100000	0.8	100.0	22.7	92.6
100001-10 ⁶	100.0		7.4	100.0
			100.0	

SUMMARY

MICROBIAL QUALITY OF VANILLA ICE CREAM MANUFACTURED IN CARACAS, VENEZUELA

A total of 122 samples of vanilla ice cream, the base product used for all flavors, prepared by eight different large firms at the Metropolitan Area of Caracas, Venezuela, were analyzed for aerobic mesophilic and psychophilic bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae*, and *Filamentous fungi*. Findings revealed that within the sampling, 56.6% complied with the international standards proposed for aerobic mesophilic bacteria, 68% for *Staphylococcus aureus*, and 23% for *Enterobacteriaceae*. Three serotypes of enteropathogenic *Escherichia coli*, one of *Salmonella*, and one of *Shigella* were found. Ten genera of *Filamentous fungi* were isolated and identified.

BIBLIOGRAFIA

1. Instituto Nacional de Nutrición. **Tablas de Composición de Alimentos de Uso Práctico**. Dirección Técnica, División de Investigaciones en Alimentos, Caracas, Venezuela, 1983.
2. Wallace, M. **Microbiology of frozen foods**. *Dairy Sci.*, **16**: 315, 1967.
3. Bastepe, S. & O. Kosker. Isolation of coagulase positive staphylococci from cheese and ice cream samples sold in Ankara, Turkey. *Microbiol. Bull.*, **15**(1): 55-63, 1981.
4. Thatcher, F. & D. Clark. **Análisis Microbiológico de los Alimentos**. España, Editorial Acribia, 1973.
5. American Public Health Association (APHA). **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. 14th ed. E. H. Marth (Ed.). Washington, D. C., 1978.
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales. **Helados y Mezclas para Helados**. (Categoría 2392-86). Caracas, Venezuela, COVENIN, 1986.
7. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods. 2. Sampling for Microbiological Analysis**. Toronto, Canada, University of Toronto Press, 1974.

OTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Alais, Ch. **Ciencia de la Leche**. 2a ed. México D. F., Editorial Continental, 1980.
2. Arbuckle, W. **Ice Cream**. London, England, The Avi Pub. Co., Inc., 1966.
3. Banwart, G. **Microbiología Básica de los Alimentos**. 3a. ed. España, Ediciones Bellatera, S. A., 1982.
4. Balacescu, C. Comparative bacteriological studies on ice cream manufactured by different methods. *Milchwissenschaft*, **29**(5): 274-277, 1974.
5. B. B. L. **Manual de Procesamiento de Laboratorio y Productos**. 5a. ed. Cockeysville, Maryland, Division of Bioquest, 1976.
6. Bodyfelt, W. What really determines the quality of ice cream. *Dairy Food Sanitation*, **3**(4): 124-128, 1983.
7. Boscán, L. Aspectos sanitarios de una leche de alta calidad. En: **Seminario sobre Producción de Leche en Venezuela**. Caracas, Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1973, p. 331-367.
8. Comisión Venezolana de Normas Industriales. **Alimentos. Detección de Salmonella**. (Categoría 1291-79). Caracas, Venezuela, COVENIN, 1979.

9. Comisión Venezolana de Normas Industriales. **Método para Recuento de Microorganismos Aerobios en Placas de Petri.** (Categoría 902-78). Caracas, Venezuela, COVENIN, 1978.
10. Comisión Venezolana de Normas Industriales. **Detección y Recuento de *Staphylococcus aureus*.** (Categoría 1972-79). Caracas, Venezuela, COVENIN, 1979.
11. Covarrubias, L. **Higiene de los Alimentos.** Caracas, Venezuela, M.S.A.S., 1971.
12. Delia, S. & A. Mauro. Application of the ministerial ordinance of October 1978 with regard to ice cream of small-scale producers in the city of Messina. **Pasticería Internacionales**, 3(16): 65-66, 1980a.
13. Delia, S. & A. Mauro. Bacteriological control of ice cream factories in Messina, Italy. **Ann. Slavo.**, 22(4): 624-632, 1980b.
14. Demeter, K. & H. Elbertzhagen. **Elementos de Microbiología Lactológica.** 6a. ed. España, Editorial Acribia, 1971.
15. Kon, S. K. **La Leche y los Productos Lácteos en la Nutrición Humana.** 2a. ed. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1972, 90 p. (FAO, Estudios sobre Nutrición, No. 27).
16. Frazier, W. C. En: **Microbiología de los Alimentos.** 2a. ed. España, Editorial Acribia, 1981.
17. Fabian, F. Ice cream as a cause of epidemics. **Am. J. Publ. Health**, 16: 873-879, 1960.
18. García, C. E. **Prácticas de Microbiología de Alimentos.** 4a. ed. Caracas, Venezuela, Universidad Central de Venezuela, 1982.
19. Guha, A. Microorganisms in ice cream and their public health significance. **J. Food Sci. and Technol.**, 16(4): 161-164, 1979.
20. Gum, R. & M. Markakis. Salmonellosis associated with home-made ice cream. **J. Am. Med. Assn**, 240(17): 1885-1886, 1978.
21. Harrigan, W. **Laboratory Methods in Foods and Dairy Microbiology.** London, England, Academic Press, 1979.
22. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) **Microorganisms in Foods. Their Significance and Methods of Enumeration.** 2a. ed. Toronto, Canada, University of Toronto Press, 1978.
23. Jay, J. M. En: **Microbiología Moderna de los Alimentos.** 2a. ed. España, Editorial Acribia, 1980.
24. Larmond, E. **Methods for Sensory Evaluation of Food.** 2a. ed. México, D. F., Ediciones Omega, 1970.
25. Marth, E. Salmonellae and Salmonellosis associated with milk and milk products. A review. **J. Dairy Sci.**, 52(3): 283-286, 1969.
26. Mohamed, S. & A. Al-Ashrawy. Bacteriological quality of ice cream in Cairo. **Vet. Med. J.**, 28: 59-66, 1980.
27. Mossel, D. & F. Quevedo. **Control Microbiológico de los Alimentos.** 3a. ed. España, Editorial Acriba, 1967.
28. Murray, R. **Estadística.** 1a. ed. México, Mc Graw-Hill, 1970.
29. Núñez, A. **Estadística Básica para Planificación.** 6a. ed. México, Editorial Siglo Veintiuno, S. A., 1977.
30. Asociación Americana de Salud Pública. **Normas para el Examen de los Productos Lácteos; Métodos Microbiológicos y Químicos.** Traducido al español por la Oficina Sanitaria Panamericana. 11 ed. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1963. (Publicaciones Científicas de la OPS, No. 84).

31. Panstwowy, Z. Salmonelosis en hombres y animales en Polonia de 1971 a 1978. *Medycyna Veterynaryjna*, **36**(5): 265-267, 1980.
32. Potter, N. *Ciencia de los Alimentos*. México, D. F., Edutex S. A. 1973.
33. Prescott, S. & C. Dunn. *Microbiología Industrial*. 3a. ed. España, Aguilar, S. A. de ediciones, 1962.
34. Ryan, J. & R. Cough. Bacteriological quality of soft-serve mixes and frozen products. *J. Food Protection*, **45**(3): 279-280, 1982.
35. Shiavino, G. Calidad sanitaria de los helados a base de leche elaborados en Caracas. *Revista Instituto Nacional de Higiene*, **11**(3): 219-221, 1976.
36. Tamminga, S. & R. Beumer. Bacteriological examination of ice cream in The Netherlands. *J. Applied Bacteriol.*, **49**: 239-253, 1980.
37. Tapia, G. Estudio de 6,309 muestras de alimentos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene*, **10**(3): 177-187, 1978.
38. Warseck, M., B. Ray & M. L. Speck. Repair and enumeration of injured coliforms in frozen foods. *Appl. Microbiol.*, **26**(6): 919-924, 1973.
39. Wehr, M. Attitudes and policies of governmental agencies on microbiological criteria for foods. *Food Technol.*, **36**(9): 127-133, 1982.
40. Wiedenhofer, H. *Estudio Bacteriológico de la Familia Enterobacteriaceae en Helados Expedidos en la ciudad de Maracay*. Tesis de Grado. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela, 1956.

EFECTO DE DIVERSOS RECURSOS ENERGETICOS SOBRE EL PROCESO DE FERMENTACION DEL CALOSTRO BOVINO

*Fernando Pérez-Gil Romo*¹, *Ma. Esther Ortega Cerrilla*¹,
*Humberto Troncoso A.*² y *Suzete Silveira F.*³

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán"
México D. F., México

RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar la viabilidad de utilizar diferentes fuentes de energía —maíz, maíz nixtamalizado, sorgo y almidón de maíz— en la fermentación del calostro en dos diferentes porcentajes de incorporación, con y sin la adición de ácido acético.

Se estudió el contenido de proteína cruda y verdadera, amoníaco, materia seca, pH, azúcares totales, ácido láctico, almidones, digestibilidad de la materia seca, recuento bacteriológico y energía bruta.

Los resultados evidenciaron que la fuente de energía más viable de ser utilizada es el maíz nixtamalizado hasta los 10 días de fermentación, y que el agregado de ácido acético no es útil en la conservación del calostro. El nivel de incorporación de maíz nixtamalizado adicionado al calostro que mejores resultados rindió fue el de 6.330/o.

INTRODUCCION

Uno de los factores limitantes de la producción de leche en México, es la insuficiente y en ocasiones casi nula recria de terneras para satisfacer

Manuscrito modificado recibido: 6-7-88.

- 1 Investigadores del Departamento de Nutrición Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga 15, 14000 México, D. F., México.
- 2 Investigador del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F.
- 3 Investigador de la Empresa Goiania de Pesquisa Agropecuaria (EMGOPA), Estación Experimental de Goiania, Brasil.

los reemplazos que se necesitan en los hatos lecheros. Al no existir suficientes animales de buena calidad criados en el país, los ganaderos se ven obligados a comprar sus reposiciones en el extranjero, ocasionando así, una fuerte salida de divisas (1). Esto lo causa principalmente el alto costo y riesgo en la producción de terneras de reemplazo.

La alimentación animal es sin duda alguna, el factor que mayor gasto causa al productor, sobre todo durante la fase de crecimiento, debido a los elevados precios de la leche y de los sustitutos lácteos.

La razón primordial por la que en muchos ranchos se ha optado por sustituir la leche entera por calostro fermentado, es la de reducir los costos de alimentación de los terneros, aumentando en esta forma la cantidad de leche disponible para consumo humano y, en consecuencia, disminuyendo las importaciones de este producto.

Muchos trabajos informan la práctica de diluir el calostro con la finalidad no sólo de aumentar el volumen del producto, y así aumentar el número de días que pueda ser utilizado en la alimentación de terneros, sino que también para igualar los contenidos de materia seca con los de la leche.

La relación energía:proteína es de 12.6:1 para el calostro, y de 22.9:1 para la leche. Por lo tanto, al diluir el calostro en las proporciones 3:1 y 2.1 (calostro:agua), la cantidad de proteína que proporcionarán cuatro litros de calostro es adecuada, pero los niveles de energía son deficientes.

En la literatura no existe informe alguno que mencione la adición de fuentes energéticas al calostro antes de su fermentación. Los almidones —como ya se mencionó— no son muy bien utilizados por el ternero, principalmente en los primeros días de vida, por no haber producción de amilasas en cantidades adecuadas. Por otra parte, se sabe que el ácido láctico puede ser utilizado por el ternero para proporcionarle energía. Según el estudio realizado por Ortega, Aguilera y Pérez-Gil (2), las bacterias lácticas son capaces de utilizar el almidón para producir ácido láctico, y de esta forma aumentar la cantidad de energía fácilmente utilizable por el ternero. Se ha notificado, además, que la proteína disminuye durante la fermentación y que algunos aminoácidos como la metionina (3) se destruyen durante este proceso.

El calostro es pobre en energía fácilmente utilizable (lactosa) por las bacterias, por lo que es posible que éstas utilicen las proteínas como fuente de energía. El almidón podría servir para producir ácido láctico, y tal vez también pudiese ayudar a reducir la degradación de la proteína, pues al haber otra fuente de energía para las bacterias, disminuiría la degradación de las proteínas.

En este estudio, se sometieron a prueba diferentes fuentes de energía como son: maíz molido, almidón de maíz, maíz nixtamalizado y sorgo molido, para determinar a nivel de laboratorio, la calidad y el valor energético del calostro fermentado con almidones.

Estos ingredientes se emplearon en el calostro en dos proporciones, para ser posteriormente diluido con agua en una relación 2:1 y 3:1 (calostro:agua), lo que proporcionaría al ternero una cantidad adecuada de energía y proteína.

Por otro lado, el calostro fermentado no es consumido rápidamente por los terneros, siendo necesario conservarlo en buenas condiciones por períodos de 30 días o más. Para tal fin se requiere reducir el pH, lo que

se logra con los productos del metabolismo de los microorganismos (ácido láctico) y con ácidos orgánicos, entre ellos el ácido acético (4).

Con el propósito de evaluar el efecto de la adición de ácido acético sobre el tiempo de conservación y la calidad del calostro, se utilizó este ácido en una proporción de 0.150/o (3), adicionándolo tanto al calostro solo, como al enriquecido con almidones. En base a lo expuesto, el objetivo de nuestro trabajo fue evaluar a nivel de laboratorio, cuál(es) de las cuatro fuentes de almidones resulta ser la más adecuada para su utilización en la alimentación de terneros lactantes. Ello implicó la determinación de proteína cruda, proteína verdadera, amoníaco, azúcares totales, materia seca y pH de las materias energéticas durante el proceso de fermentación del calostro. Asimismo, el mejor intervalo de tiempo para la conservación y utilización del calostro fermentado con almidones, estableciendo si al agregar almidón disminuye la degradación de la proteína del calostro durante la fermentación; la evaluación del efecto de la adición de ácido acético sobre la conservación y calidad del calostro enriquecido con almidones, y finalmente —en los mejores tratamientos— el contenido de almidón, energía bruta, digestibilidad de la materia seca *in vitro*, ácido lactico y composición de la flora microbiana.

MATERIAL Y METODOS

El calostro procedía de diferentes vacas, con diferentes días de parición y homogeneizado. Durante el tiempo de recolección, que duró 12 hr, se almacenó a una temperatura de 4°C. La masa de maíz nixtamalizado fue previamente secada en una estufa de aire forzado a 80°C, al igual que el maíz y el sorgo, y posteriormente se molieron en un molino Wiley con malla de 1 mm de diámetro. En seguida, se realizó el análisis químico proximal de las diferentes fuentes de energía utilizadas (maíz, sorgo, almidón de maíz y maíz nixtamalizado) (Tabla 1).

En base a la composición química proximal de las diferentes fuentes de energía, el calostro fue mezclado con éstas, en las proporciones que se aprecian en la Tabla 2.

Los tratamientos 1 y 6 son los testigos de cada grupo (calostro naturalmente fermentado y calostro tratado con ácido acético) respectivamente.

Los tratamientos 2 a 10, fueron calculados para su dilución posterior en la proporción 2:1 (calostro:agua), a fines de poder aportar al ternero 152 gramos de proteína cruda y 2,752 kcal de energía digestible diariamente.

Los tratamientos 11 a 18, fueron calculados para ser diluidos posteriormente en la proporción de 3:1 (calostro:agua), aportando al ternero 170 gramos de proteína cruda y 2,751 kcal diarios de energía digestible.

El calostro tratado fue almacenado en frascos de polietileno con capacidad de 1 litro, a temperatura ambiente, durante 30 días. Dichos frascos fueron agitados diariamente, con el propósito de homogeneizar el calostro con las diferentes fuentes de energía.

Por cada tratamiento hubo dos réplicas (microsilos), de 500 gramos de muestra cada uno (calostro más fuente de energía). De cada uno de los microsilos se tomaron muestras representativas y se hizo una alícuota, a

TABLA 1
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS ENERGETICAS

	Maíz		Maíz nixtamalizado		Almidón de maíz		Sorgo	
	Base 0/o húmeda	Base 100o/o mat. seca	Base 0/o húmeda	Base 100o/o mat. seca	Base 0/o húmeda	Base 100o/o mat. seca	Base 0/o húmeda	Base 100o/o mat. seca
Materia seca (0/o)	88.31	100.00	46.71	100.00	88.67	100.00	87.92	100.00
Humedad (0/o)	11.69	0.00	53.29	0.00	11.33	0.00	12.08	0.00
Proteína cruda (N x 6.25) (0/o)	8.65	9.80	4.07	8.71	0.35	0.40	6.54	7.43
Extracto etéreo (0/o)	2.77	3.14	3.31	7.08	0.91	1.02	2.76	3.14
Cenizas (0/o)	1.08	1.22	0.84	1.80	0.27	0.30	2.01	2.28
Fibra cruda (0/o)	1.80	2.04	1.12	2.40	0.11	0.13	4.00	4.55
Extracto libre de nitrógeno (0/o)	74.01	83.81	37.37	80.00	87.03	98.15	72.61	82.58
TND* (0/o) (aproximado)	—	91.64	—	87.17	—	92.36	—	89.83
E.D.** kcal/kg (aproximado)	—	4040.00	—	3843.00	—	4072.00	—	3960.60

* Los coeficientes de digestibilidad para el cálculo de TND fueron obtenidos del *Atlas of Nutritional Data on U. S. and Canadian Feed*. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1971.

** La energía digestible fue obtenida a partir del TND multiplicado por 44.09.

TABLA 2

TRATAMIENTOS ADMINISTRADOS AL CALOSTRO

Tratamientos	Calostro base húmeda	Acido acético	o/o Ingredientes en base a materia seca			
			Maíz	Maíz nix tamalizado	Almidón de maíz	Sorgo
1	100.00	—	—	—	—	—
2	90.50	—	9.50	—	—	—
3	89.90	—	—	10.10	—	—
4	90.60	—	—	—	9.40	—
5	90.20	—	—	—	—	9.80
6	99.85	0.15	—	—	—	—
7	90.35	0.15	9.50	—	—	—
8	89.75	0.15	—	10.10	—	—
9	90.45	0.15	—	—	9.40	—
10	90.05	0.15	—	—	—	9.80
11	94.00	—	6.00	—	—	—
12	93.67	—	—	6.33	—	—
13	94.10	—	—	—	5.90	—
14	93.90	—	—	—	—	6.10
15	93.85	0.15	6.00	—	—	—
16	93.52	0.15	—	6.33	—	—
17	93.95	0.15	—	—	5.90	—
18	93.75	0.15	—	—	—	6.10

la cual se le determinaron todos los análisis por duplicado: antes de fermentar, y a los 10, 20 y 30 días de fermentación.

Los análisis se efectuaron en dos etapas. En la primera etapa se realizaron los siguientes análisis: materia seca determinada en estufa de aire forzado a una temperatura de 55°C durante 48 horas (5), proteína cruda determinada por el método de Kjeldahl (5), proteína verdadera determinada por el método de King's College (6), amoníaco (5), y azúcares totales determinados por el método de Antrona modificado (7).

Estos análisis se hicieron en todos los tratamientos antes mencionados. Con base en los resultados obtenidos, se realizó el análisis estadístico para determinar el mejor(es) tratamiento(s).

En la segunda etapa se analizaron solamente los mejores tratamientos de la etapa anterior. Los análisis de laboratorio en cuestión fueron: ácido láctico determinado según Cordoba (8), almidones por el método de fenol sulfúrico (9); digestibilidad de la materia seca según Rivera (3); examen bacteriológico (10-12), y energía bruta que se determinó en bomba calorimétrica Parr (6).

Se empleó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 4 x 4 x 3 x 2 (4 fuentes de energía, por 4 tiempos de fermentación, por 3 niveles de fuentes de energía por 2 niveles de ácido acético) (13)

para la primera etapa. Para la segunda etapa también se empleó un diseño por completo al azar, con un arreglo factorial de 3×2 (3 diferentes cantidades de maíz nixtamalizado por 2 diferentes tiempos de fermentación (13).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera etapa, el calostro fue fermentado a una temperatura ambiente promedio de 20.4°C , y en la segunda, a una temperatura ambiente promedio de 17.7°C .

Los microsilos fueron abiertos cada 10 días con el objeto de conocer el olor que se manifestaba en cada uno de ellos. Durante los primeros 10 días no se detectó olor ácido o putrefacto en ninguno de los tratamientos. A los 20 días, todos los tratamientos que contenían sorgo acusaban un fuerte olor de putrefacción, lo que provocó su eliminación del experimento. Por este motivo, en las Tablas 3 a 8, los valores de los tratamientos con sorgo sólo aparecen hasta los 10 días de fermentación. En consecuencia, los tratamientos que contenían sorgo, por presentar datos incompletos, no fueron incluidos en el análisis de varianza.

Los tratamientos restantes que contenían diferentes fuentes de energía no presentaron olor ácido a los 20 días de fermentación.

A los 30 días, los tratamientos que contenían maíz y maíz nixtamalizado tenían un olor ácido, mientras que los que contenían almidón de maíz no mostraron alteraciones. Cabe señalar que los tratamientos que contenían calostro con 0.15% de ácido acético no mostraron alteraciones.

Según Jenny, O'Dell y Johnson (14), no se encontraron olores de putrefacción en calostro naturalmente fermentado y almacenado a la temperatura de 27°C . Sin embargo, Müller, Ludens y Rook (15) detectaron olor pútrido en el calostro naturalmente fermentado y calostro que contenía el 1% de *Streptococcus lactis* almacenado a temperatura ambiente durante el verano.

Por otra parte, Rindsing, Jenneke y Bodoh (16), observaron que el agregado de 0.5 , 1.0 y 1.5% (volumen/peso) de ácido propiónico, era ineficaz en prevenir el desarrollo de olores pútridos en el calostro almacenado a la temperatura de 37°C por más de 28 días.

En el presente estudio, a partir de los 20 días de fermentación, se observó una separación de la grasa de la leche en todos los tratamientos, incluso en los que contenían ácido acético. Por otro lado, Otterby, Dutton y Foley (17), mencionan que con la adición de ácido propiónico, el calostro fermentado presentaba una consistencia más uniforme y una menor separación de sólidos.

Para la segunda etapa del trabajo, los tratamientos seleccionados fueron los que contenían 93.67% de calostro y 6.33% de maíz nixtamalizado, 89.90% de calostro y 10.10% de maíz nixtamalizado, y se comparó con el testigo que contenía 100% de calostro. Estos tratamientos fueron analizados a los cero y 10 días de fermentación, y ninguno de los tratamientos acusó olor ácido a putrefacto en el período de 10 días.

En el análisis de varianza (Tabla 9), hay diferencias ($P < 0.01$) entre las diferentes fuentes de energía utilizadas (almidón de maíz, maíz, sorgo,

TABLA 3

PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA EN DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			o/o de proteína cruda Tiempo de fermentación (días)			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	5.09	4.89	5.01	5.09
93.85	6.00	—	—	—	0.15	5.07	4.96	5.15	5.24
90.50	9.50	—	—	—	—	5.43	5.18	5.39	5.56
90.35	9.50	—	—	—	0.15	5.43	5.24	5.34	5.40
93.90	—	6.10	—	—	—	4.95	4.89	—	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	4.96	4.89	—	—
90.20	—	9.80	—	—	—	5.23	5.04	—	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	5.25	4.99	—	—
93.67	—	—	6.33	—	—	5.07	4.69	5.07	5.41
93.52	—	—	6.33	—	0.15	5.03	4.68	5.13	5.31
89.90	—	—	10.10	—	—	5.41	5.01	5.28	5.50
89.75	—	—	10.10	—	0.15	5.41	4.93	5.11	5.45
94.10	—	—	—	5.90	—	4.45	3.97	4.47	4.92
93.75	—	—	—	5.90	0.15	4.50	4.05	4.54	4.81
90.50	—	—	—	9.40	—	4.52	4.00	4.02	4.59
90.45	—	—	—	9.40	0.15	4.42	4.38	4.28	4.42
100.00	—	—	—	—	—	4.45	4.27	4.78	4.81
99.85	—	—	—	—	0.15	4.48	3.98	4.10	4.94

TABLA 4

CONTENIDO DE PROTEINA VERDADERA EN DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			o/o de proteína verdadera Tiempo de fermentación (días)			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	3.74	2.91	2.40	2.42
93.85	6.00	—	—	—	0.15	3.81	2.69	2.20	2.38
90.50	9.50	—	—	—	—	4.10	2.72	2.32	2.48
90.35	9.50	—	—	—	0.15	4.05	2.91	2.17	2.45
93.90	—	6.10	—	—	—	4.00	3.20	—	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	4.10	3.10	—	—
90.20	—	9.80	—	—	—	4.22	2.77	—	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	4.19	2.93	—	—
93.67	—	—	6.33	—	—	3.53	3.45	3.23	3.64
93.52	—	—	6.33	—	0.15	3.56	3.19	3.24	3.47
89.90	—	—	10.10	—	—	3.62	3.18	3.46	3.48
89.75	—	—	10.10	—	0.15	3.71	3.72	3.49	3.54
94.10	—	—	—	5.90	—	4.19	3.81	4.20	3.62
93.75	—	—	—	5.90	0.11	4.15	3.85	3.50	3.17
90.50	—	—	—	9.40	—	4.21	3.90	3.61	3.15
90.45	—	—	—	9.40	0.15	4.35	3.96	3.67	3.94
100.00	—	—	—	—	—	3.63	3.37	3.45	2.91
99.85	—	—	—	—	0.15	3.70	3.28	3.31	3.20

TABLA 5

pH EN DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			pH			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	Tiempo de fermentación (días)			
						0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	5.15	3.50	3.60	3.65
93.85	6.00	—	—	—	0.15	4.25	3.45	3.55	3.60
90.50	9.50	—	—	—	—	4.95	3.45	3.60	3.60
90.35	9.50	—	—	—	0.15	4.15	3.40	3.60	3.55
93.90	—	6.10	—	—	—	5.25	3.30	3.55	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	4.20	3.30	3.45	—
90.20	—	9.80	—	—	—	5.45	3.50	3.50	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	4.35	3.40	3.45	—
93.67	—	—	6.33	—	—	5.15	3.40	3.60	3.55
93.52	—	—	6.33	—	0.15	4.10	3.50	3.50	3.65
89.90	—	—	10.10	—	—	5.15	3.40	3.45	3.45
89.75	—	—	10.10	—	0.15	4.00	3.30	3.45	3.50
94.10	—	—	—	5.90	—	5.30	3.90	3.80	3.60
93.75	—	—	—	5.90	0.15	4.25	3.75	3.85	3.75
90.50	—	—	—	9.40	—	5.35	3.95	3.80	3.70
90.45	—	—	—	9.40	0.15	4.35	3.70	3.75	3.70
100.00	—	—	—	—	—	5.00	3.90	3.85	3.75
99.85	—	—	—	—	0.15	4.05	3.90	3.75	3.55

TABLA 6

CONTENIDO DE AMONIACO EN DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			o/o de amoníaco Tiempo de fermentación (días)			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	0.006	0.037	0.051	0.071
93.85	6.00	—	—	—	0.15	0.007	0.037	0.052	0.073
90.50	9.50	—	—	—	—	0.008	0.052	0.077	0.087
90.35	9.50	—	—	—	0.15	0.008	0.050	0.065	0.087
93.90	—	6.10	—	—	—	0.013	0.037	—	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	0.013	0.038	—	—
90.20	—	9.80	—	—	—	0.015	0.037	—	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	0.011	0.037	—	—
93.67	—	—	6.33	—	—	0.008	0.018	0.021	0.034
93.52	—	—	6.33	—	0.15	0.008	0.018	0.023	0.035
89.90	—	—	10.10	—	—	0.008	0.020	0.025	0.038
86.75	—	—	10.10	—	0.15	0.011	0.022	0.032	0.037
94.10	—	—	—	5.90	—	0.004	0.015	0.034	0.039
93.75	—	—	—	5.90	0.15	0.004	0.014	0.022	0.040
90.50	—	—	—	9.40	—	0.006	0.011	0.032	0.042
90.45	—	—	—	9.40	0.15	0.008	0.011	0.017	0.034
100.00	—	—	—	—	—	0.004	0.015	0.042	0.059
99.85	—	—	—	—	0.15	0.005	0.015	0.031	0.047

TABLA 7

PORCENTAJE DE MATERIA SECA A DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			o/o de materia seca Tiempo de fermentación (días)			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	23.80	15.79	13.85	12.99
93.85	6.00	—	—	—	0.15	23.51	16.02	12.59	11.30
90.50	9.50	—	—	—	—	26.70	18.16	16.13	15.14
90.35	9.50	—	—	—	0.15	25.80	18.00	16.84	15.24
93.90	—	6.10	—	—	—	23.94	16.40	—	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	23.68	17.85	—	—
90.20	—	9.80	—	—	—	26.90	20.25	—	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	25.60	20.72	—	—
93.67	—	—	6.33	—	—	24.12	21.73	16.61	15.70
93.52	—	—	6.33	—	0.15	23.98	21.18	17.13	15.72
89.90	—	—	10.10	—	—	27.08	24.09	22.49	21.16
89.75	—	—	10.10	—	0.15	26.95	22.46	21.50	21.06
94.10	—	—	—	5.90	—	24.13	21.72	16.61	15.43
93.75	—	—	—	5.90	0.15	24.38	20.69	16.93	16.78
90.50	—	—	—	9.40	—	26.61	22.50	19.03	18.70
90.45	—	—	—	9.40	0.15	26.19	22.71	21.15	20.31
100.00	—	—	—	—	—	19.40	16.59	12.86	10.20
99.85	—	—	—	—	0.15	19.61	16.08	12.70	12.10

TABLE 1
CHEMICAL COMPOSITION, ABSOLUTE DENSITY AND GELATINIZATION TEMPERATURE RANGE
OF ISOLATED STARCH SAMPLES

Cultivar	Protein ¹ (% N x 6.25)	Total lipid ¹ (%)	Ash ¹ (%)	Fiber ¹ (%)	Amylose ¹ (%)	Absolute density (g/cm ³)	Gelatinization temperature range (°C)
Maya Normal	0.31	0.18	0.13	n.d. ²	31.1	1.525	75-82
Nutrimaiz (suo2)	0.87	0.28	0.22	n.d.	23.1	1.519	72-79
L90 x L78 (suo2)	0.87	0.20	0.23	n.d.	27.1	1.515	68-74
L90 x L41 (suo2)	0.82	0.26	0.22	n.d.	24.7	1.517	68-73
Supersweet (sh2) (SRR "Duro")	0.53	0.18	0.11	n.d.	26.8	1.526	66-71

1 Expressed on a dry basis.

2 n.d. = Non detectable.

TABLA 8

CONTENIDO DE AZUCARES TOTALES EN DIFERENTES PERIODOS DE FERMENTACION
EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

o/o de calostro	o/o de maíz	o/o de sorgo	Tratamientos			o/o de azúcares totales Tiempo de fermentación (días)			
			o/o de maíz nixtamalizado	o/o de almidón de maíz	o/o de ácido acético	0	10	20	30
94.00	6.00	—	—	—	—	3.586	1.895	1.813	1.356
93.85	6.00	—	—	—	0.15	3.988	2.618	1.704	1.259
90.50	9.50	—	—	—	—	5.865	2.852	2.080	1.870
90.35	9.50	—	—	—	0.15	5.900	2.770	2.750	2.098
93.90	—	6.10	—	—	—	4.955	2.878	—	—
93.75	—	6.10	—	—	0.15	4.737	3.510	—	—
90.20	—	9.80	—	—	—	6.575	4.657	—	—
90.05	—	9.80	—	—	0.15	6.339	4.825	—	—
93.67	—	—	6.33	—	—	6.350	5.605	4.500	4.500
93.52	—	—	6.33	—	0.15	6.030	4.905	4.781	4.690
89.90	—	—	10.10	—	—	8.190	6.345	6.265	6.110
89.75	—	—	10.10	—	0.15	8.145	6.766	6.619	6.045
94.10	—	—	—	5.90	—	8.770	6.460	6.169	5.275
93.75	—	—	—	6.90	0.15	9.115	7.311	6.615	6.365
90.50	—	—	—	9.40	—	11.715	9.760	9.556	9.518
90.45	—	—	—	9.40	0.15	11.680	10.882	9.882	9.715
100.00	—	—	—	—	—	3.221	2.575	1.535	0.200
99.85	—	—	—	—	0.15	3.083	2.654	2.381	1.945

TABLA 9
RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA

	Fuente de energía (FE)	Nivel de incorporación de la fuente de energía (NE)	Tiempo de fermentación (T)	Nivel de ácido acético (NA)	Interacciones					
					FE*NE	FE*T	FE*NA	NE*T	NE*NA	T*NA
Proteína cruda	**	**	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Proteína verdadera	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	N.S.
pH	**	N.S.	**	**	N.S.	**	*	N.S.	N.S.	**
Amoníaco	**	**	**	*	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	*
Materia seca	**	**	**	N.S.	**	**	N.S.	**	N.S.	*
Azúcares totales	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	*	N.S.	N.S.	*

N.S. = No significativo.

* = Significativo al 95^o/o de probabilidad.

** = Significativo al 99^o/o de probabilidad.

maíz nixtamalizado y calostro sin fuente energética), las cuales se deben a que las fuentes de energía empleadas contenían diferentes porcentajes de proteína cruda (Tabla 1). El nivel de incorporación de la fuente de energía (nivel alto 9.40, 9.50, 9.80 y 10.10% y nivel bajo 5.90, 6.00, 6.10 y 6.33%, respectivamente para almidón de maíz, maíz, sorgo y maíz nixtamalizado) también presentó diferencias ($P < 0.01$). La razón es que al agregar mayores cantidades de la fuente de energía se aumenta también la cantidad de proteína adicionada a la mezcla, con excepción del almidón de maíz que, por contener un bajo porcentaje de proteína, causa al agregarse una dilución de la proteína de la mezcla, ocasionando la disminución de la proteína cruda total.

Al analizar los contenidos de proteína cruda en los diferentes tratamientos y en diferentes días de fermentación (Tabla 4), se observa una tendencia a disminuir ($P < 0.01$) la proteína cruda de cero a los 10 días de fermentación tendiendo a aumentar a partir de esta fecha (Figura 1). Resultados semejantes han sido observados por otros autores (3, 18) en calostro fermentado, aunque éstos tampoco pudieron dar una explicación de dicho aumento en la cantidad de proteína.

Los tratamientos que contenían ácido acético no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto a proteína cruda a los 10 días de fermentación al compararlos con los tratamientos que no lo contenían. Sin embargo, a los 20 días de fermentación, el porcentaje de proteína cruda fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos a los que no se les agregó ácido acético (Figura 2). En cambio, a los 30 días de fermentación no hubo diferencias en el contenido de proteína cruda entre los tratamientos con y sin ácido acético, lo que puede haberse debido a un error de muestreo.

Tanto en el caso de los tratamientos que contenían ácido acético como en el de los que no lo contenían, la proteína bajó significativamente ($P < 0.05$) de los cero a los 10 días de fermentación. También se suscitó a partir de esta fecha un aumento de la proteína, presentando a los 20 días niveles significativamente superiores ($P < 0.05$) a los iniciales en ambos tratamientos.

Rivera (3) informa no haber encontrado diferencias significativas al adicionar ácido acético al calostro en cuanto a lograr una menor degradación de la proteína cruda.

No obstante, otros autores (16-19) encontraron que la adición de ácido al fermentar el calostro es efectiva en disminuir la degradación de la proteína cruda.

La interacción entre fuente de energía y nivel de energía se debe a que tanto el maíz como el maíz nixtamalizado —por contener cantidades apreciables de proteína (en base a la materia seca) (Tabla 1) con relación a la cantidad de proteína del calostro en base húmeda la cual es menor (Tabla 4)— hacen que al aumentar su nivel de inclusión, aumente también el contenido total de proteína de la mezcla. En cambio el almidón de maíz, por ser pobre en proteína, al aumentar su nivel de inclusión, esto causa un efecto de dilución, lo que a su vez provoca una disminución en el porcentaje de proteína de la mezcla (Figura 3).

El contenido de proteína verdadera en los diferentes tratamientos y tiempos de fermentación se detallan en la Tabla 4.

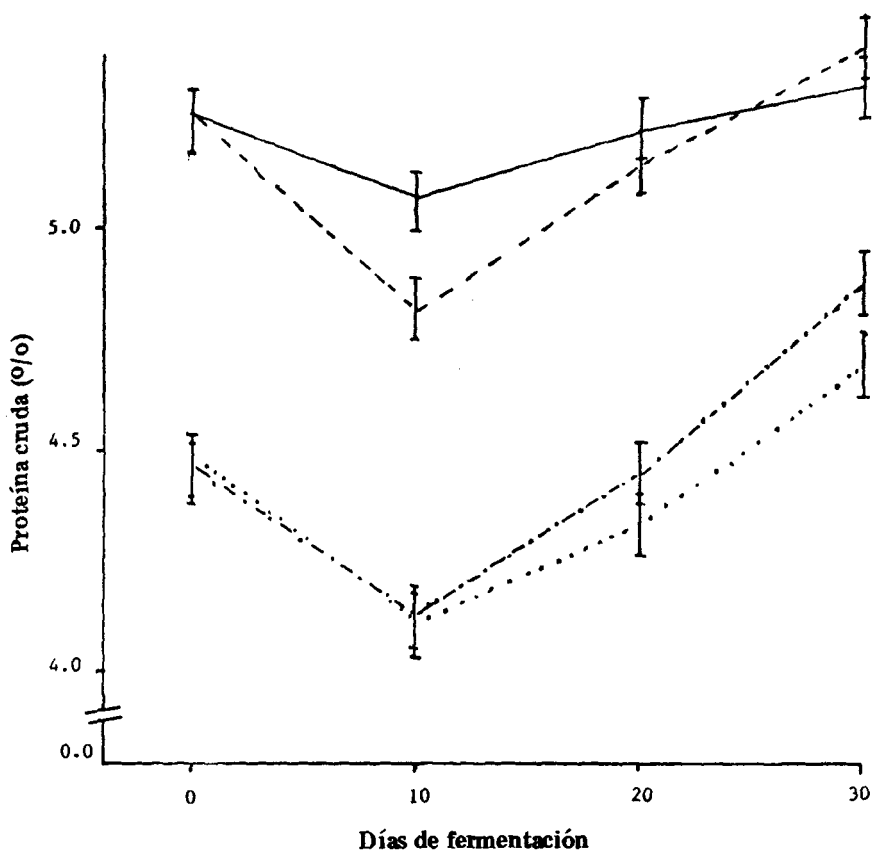


FIGURA 1

Contenido promedio de proteína cruda (o/o) en diferentes días de fermentación y con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (---); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética (-.-.-.)

Así como ocurrió con la proteína cruda, la proteína verdadera acusó diferencia ($P < 0.01$) en cuanto a las fuentes de energía usadas, pues como se dijo antes, éstas contenían diferentes porcentajes de proteína (Tabla 1).

Según lo ilustra la Figura 4, el contenido de proteína verdadera de los tratamientos con ácido acético bajó ($P < 0.05$) al igual que en los tratamientos sin ácido acético ($P < 0.05$) de cero a los 20 días de fermentación. A partir de ese término, la proteína verdadera de los tratamientos con ácido acético empezó a aumentar, aunque esta diferencia no fue significativa ($P > 0.05$), mientras que la de los tratamientos sin ácido disminuyó ($P < 0.05$). Rivera constató resultados contrarios (3), observando que en los tratamientos que contenían ácido acético, la proteína verdadera bajó durante los 22 días del experimento, mientras que en los trata-

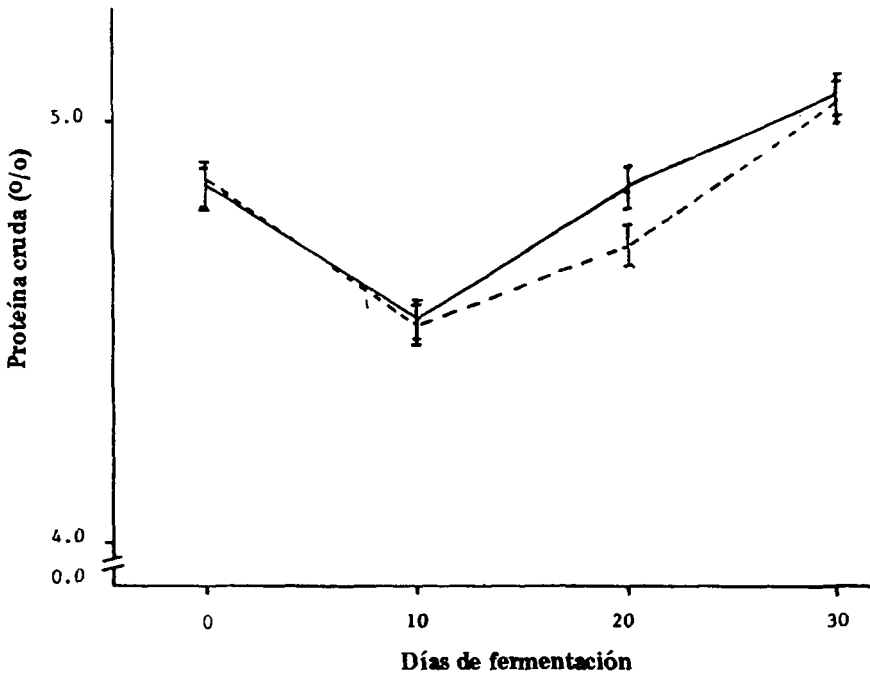


FIGURA 2

Contenido promedio de proteína cruda (0/o) en relación al tiempo de fermentación (días) con o sin la adición de ácido acético. Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

mientos que no contenían ácido, la proteína verdadera disminuyó hasta el octavo día, y a partir del noveno empezó a subir hasta los 22 días. Puede ser que esta diferencia se deba a que en el presente estudio las mezclas contenían fuentes de energía.

Las diferentes fuentes de energía actuaron distintamente a través del tiempo de fermentación en relación a la proteína verdadera ($P < 0.01$). Los niveles iniciales de proteína verdadera más elevados se encontraron en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado, y seguidamente para los que tenían maíz (Figura 5). Los tratamientos que contenían calostro sin fuente energética, y los que contenían almidón tuvieron niveles iniciales similares e inferiores a los demás. De los cero a los 10 días de fermentación, los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado, almidón y calostro sin fuente energética disminuyeron proporcionalmente a sus contenidos iniciales de proteína verdadera (Figura 5).

Los contenidos de proteína verdadera en los tratamientos con maíz bajaron ($P < 0.05$) de manera más drástica que en los demás tratamientos. Esto pudo haberse debido a que al ser fermentado, el maíz en la mezcla

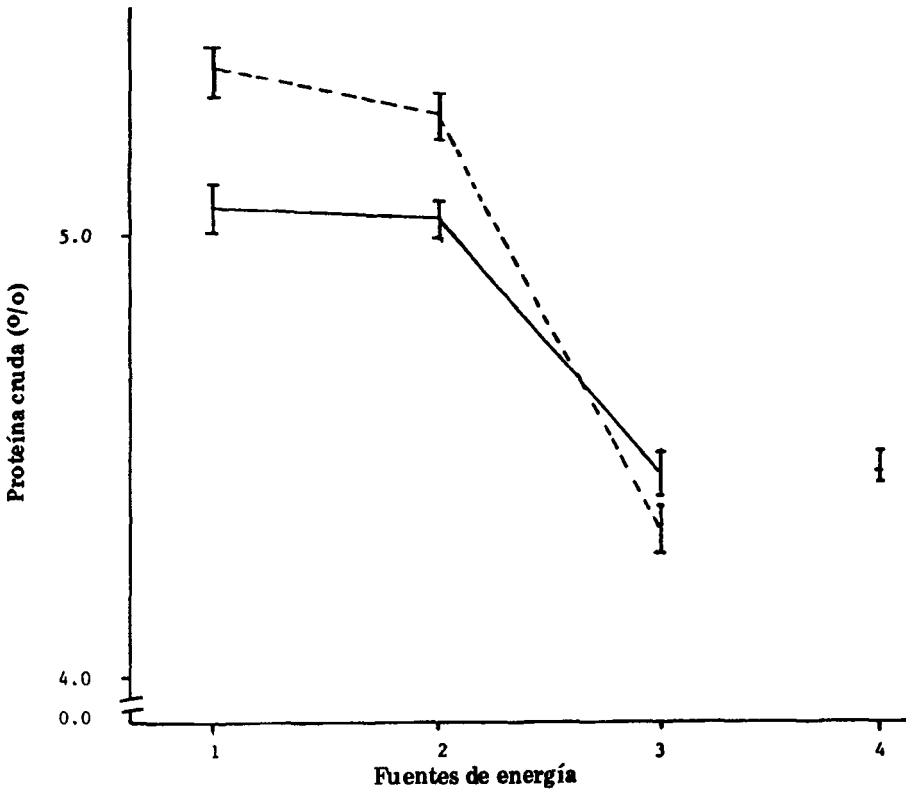


FIGURA 3

Contenido promedio de proteína cruda (0/o) en relación al nivel de incorporación de diferentes fuentes de energía: 1 = maíz; 2 = maíz nixtamalizado; 3 = almidón; 4 = calostro sin fuente energética. Nivel bajo (—) y nivel alto (---)

actuó acelerando la degradación de la proteína. Los tratamientos que contenían maíz y almidón de maíz descendieron juntamente con los demás tratamientos hasta los 20 días, y posteriormente subieron en sus contenidos de proteína verdadera, no pudiéndose especificar la causa.

La proteína verdadera se vio afectada ($P < 0.01$) por el nivel de ácido acético en los diferentes niveles de energía (Tabla 3).

Cuando se agregó el nivel bajo de la fuente de energía (entre 5.9 y 6.330/o), los tratamientos que no contenían ácido acético fueron superiores en la cantidad de proteína verdadera a los tratamientos que contenían tal ácido. En los tratamientos que contenían niveles altos de la fuente de energía (9.4 a 10.100/o) el ácido acético actuó favorablemente.

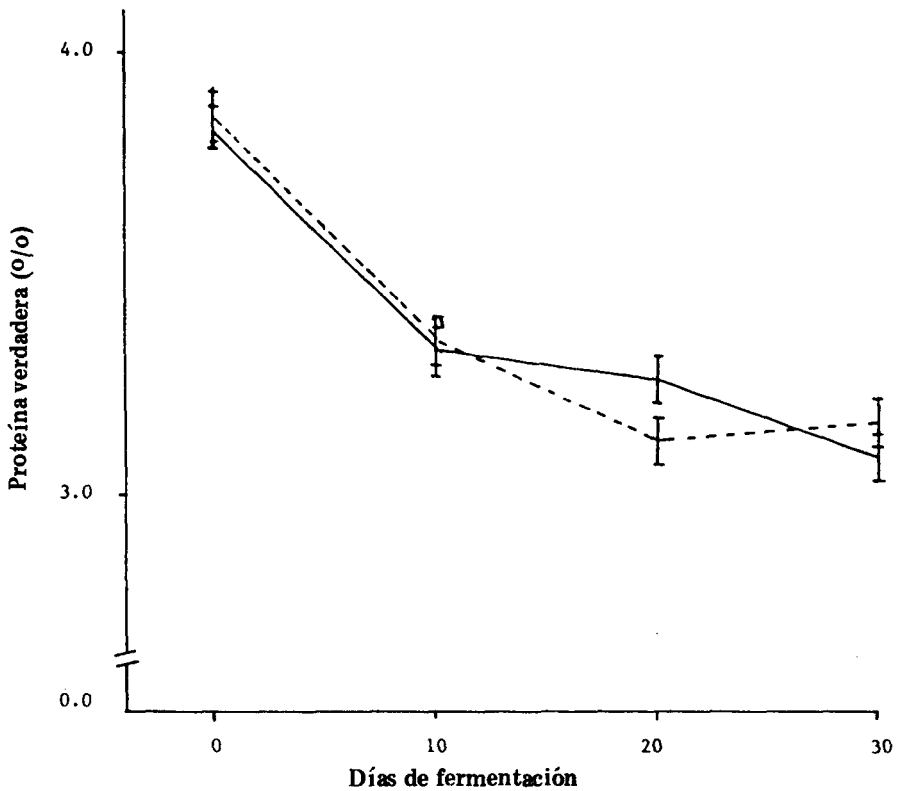


FIGURA 4

Contenido promedio de proteína verdadera (o/o) en diferentes tiempos de fermentación con o sin la adición de ácido acético. Con (- - -) o sin (—) la adición de ácido acético

protegiendo la proteína verdadera (Figura 6).

El pH en los diferentes tratamientos y a diferentes tiempos de fermentación se da a conocer en la Tabla 5.

En el análisis de varianza (Tabla 9), se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre las diferentes fuentes de energía usadas, tiempo de fermentación, nivel de ácido acético y las interacciones de fuente de energía y tiempo de fermentación, y nivel de ácido acético e interacciones ($P < 0.05$) entre la fuente de energía y ácido acético.

El pH bajó ($P < 0.05$) de los cero a los 10 días de fermentación en todas las fuentes de energía. Estos datos concuerdan con lo informado en diferentes trabajos (3, 19, 20).

A los 20 días de fermentación, los tratamientos que contenían calor sin fuente energética presentaron valores más elevados de pH

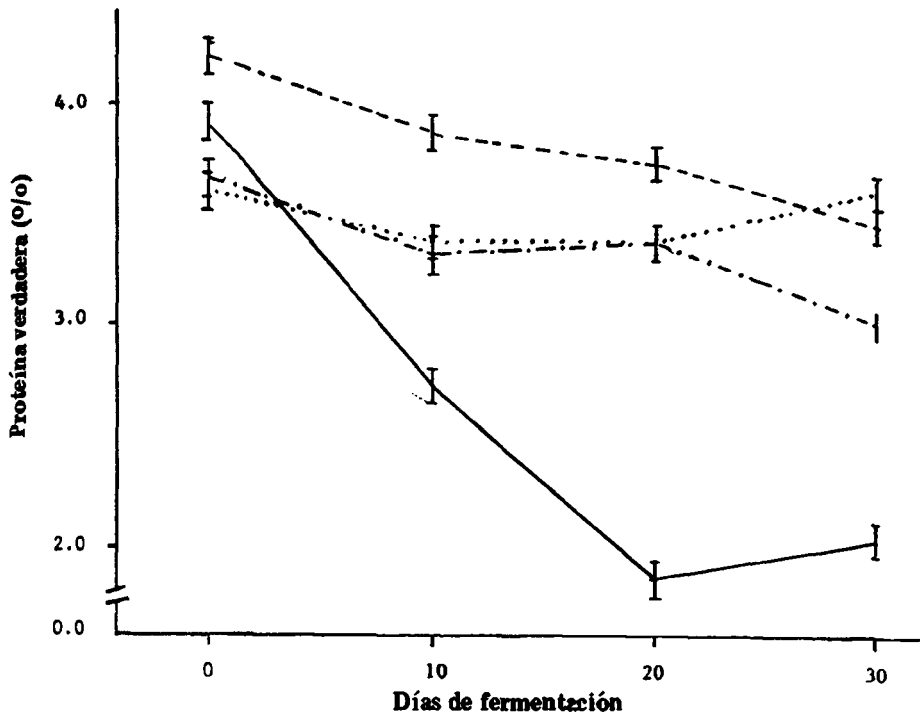


FIGURA 5

Contenido promedio de proteína verdadera (o/o) en diferentes tiempos de fermentación (días) y con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (---); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética (— · —)

($P < 0.05$) que los encontrados a los 10 días. Por otro lado, a los 30 días de fermentación, los cuatro tratamientos no mostraron diferencias significativas de pH (Figura 7). Tampoco se observaron diferencias significativas en el pH al agregarse o no ácido acético a los tratamientos en que se utilizaron maíz, maíz nixtamalizado y almidón de maíz. No obstante, en el tratamiento de calostro exento de fuente energética, el Ph fue más alto cuando no se agregó ácido acético (Figura 8). Puede ser debido a que al ser fermentado el calostro con almidones, el pH bajó por la producción de ácido láctico (Tabla 10), y no se encontraron diferencias con los tratamientos en los cuales se utilizó el ácido acético.

Al inicio del experimento (día cero) y como se esperaba al agregar ácido acético, el pH bajó habiendo por lo tanto diferencias ($P < 0.05$) en relación al calostro al que no se agregó ácido. De los cero días hasta los 10 días de fermentación, tanto en el calostro que contenía ácido

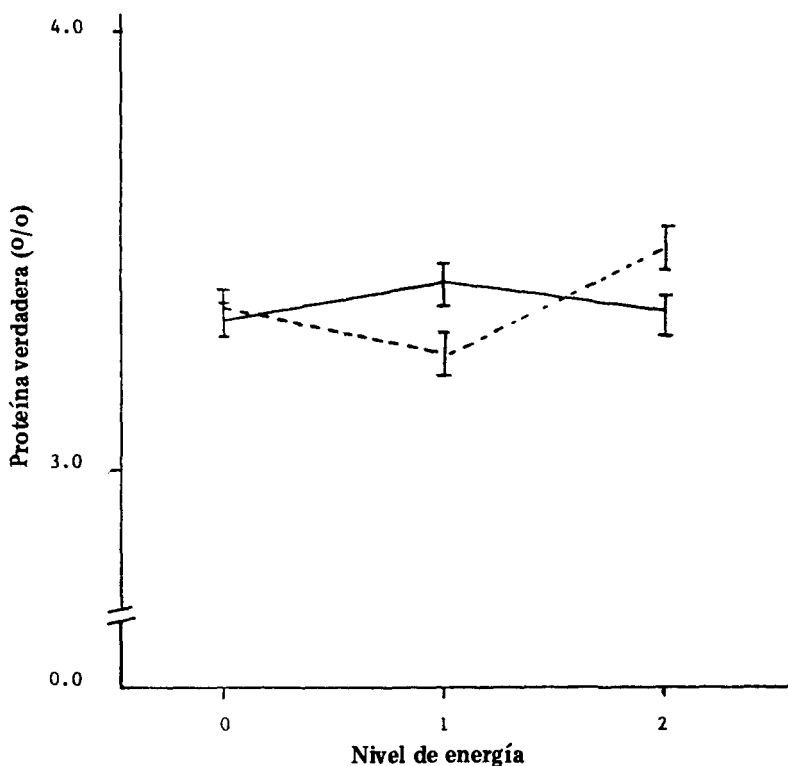


FIGURA 6

Contenido de proteína verdadera (o/o) en relación al nivel promedio de incorporación de energía con o sin la adición de ácido acético. Nivel de energía: 0 = calostro sin fuente energética; 1 = nivel bajo; 2 = nivel alto. Con (- - -) o sin (—) la adición de ácido acético

acético como el que no lo contenía, el pH bajó ($P < 0.05$), descendiendo más bruscamente en los tratamientos que no contenían ácido acético. A los 10 días de fermentación no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos a los que se agregó ácido y los que no se agregó. A partir del décimo día de fermentación, en los tratamientos que no contenían ácido empezó a elevarse el pH ($P < 0.05$) hasta los 20 días. Algunos trabajos han señalado que el pH sube de los 7 a los 15 días de fermentación, después de un descenso inicial (16, 20, 21). Sin embargo, los tratamientos que contenían ácido acético mantuvieron el pH constante ($P < 0.05$) a partir del día 10 de fermentación, datos que concuerdan con lo descrito por otros autores (17, 19, 22).

A los 20 días de fermentación, el pH fue más elevado ($P < 0.05$) en los tratamientos que no tenían ácido acético. Pero a los 30 días no hubo

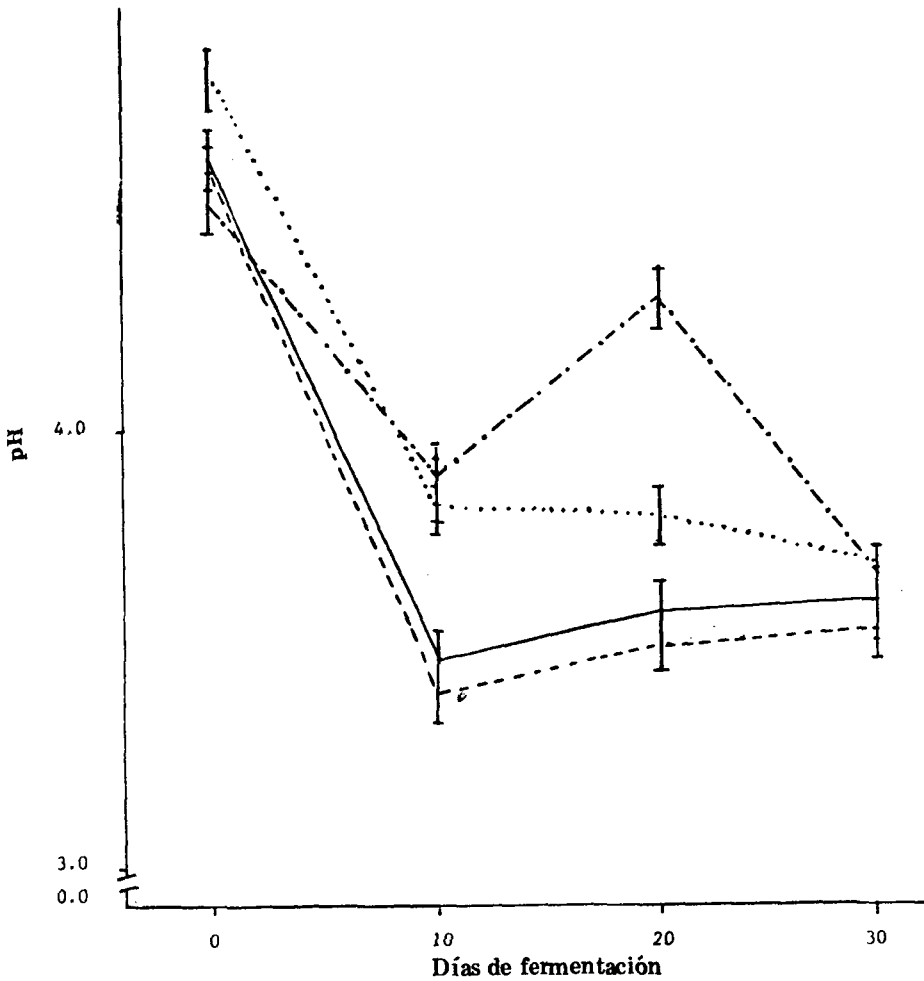


FIGURA 7

pH promedio en diferentes días de fermentación y con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (---); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética(-.-.-.-).

diferencia entre los tratamientos a los que se agregó ácido acético y aquellos que no lo tenían (Figura 9). Estos datos contradicen lo notificado por Rivera (3), quien a los 20 días encontró un pH en el calostro tratado con ácido acético, significativamente menor que en el calostro sin ácido.

En el análisis de varianza (Tabla 9) se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las diferentes fuentes de energía, niveles de

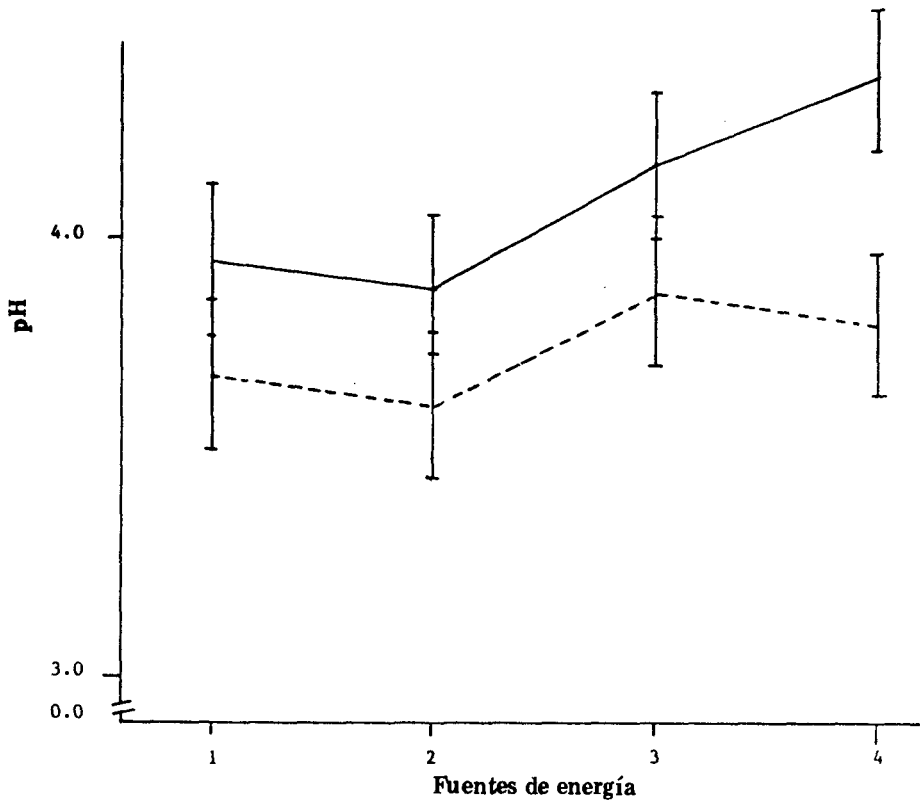


FIGURA 8

pH promedio con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz; 2 = maíz nixtamalizado; 3 = almidón y 4 = calostro sin fuente energética, con o sin la adición de ácido acético. Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

incorporación de la fuente de energía, tiempo de fermentación y diferencia para el nivel de ácido acético ($P < 0.05$). Asimismo, se constataron interacciones significativas ($P < 0.01$) entre fuente de energía y nivel de energía, fuente de energía y tiempo de fermentación, y significativas ($P < 0.05$) para tiempo de fermentación y nivel de ácido acético.

Los tratamientos que contenían maíz acusaron niveles más elevados de amoníaco en comparación con los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado, almidón o calostro sin fuente energética. Los niveles más altos de incorporación de maíz y maíz nixtamalizado aumentaron los contenidos de amoníaco de la mezcla. En cambio, los niveles elevados de incorporación de almidón no influyeron en el contenido de amoníaco. Esto se debe a que el nivel de proteína en el almidón es casi nulo y, por lo tanto, la cantidad de amoníaco que se puede formar por la destrucción de la proteína es también muy pequeño (Figura 10).

TABLA 10

CONTENIDO DE ACIDO LACTICO EN EL CALOSTRO Y CALOSTRO ENRIQUECIDO CON MAIZ NIXTAMALIZADO A LOS CERO Y DIEZ DIAS DE FERMENTACION

Tratamiento		Días de fermentación	
Calostro o/o	Maíz nixtamalizado o/o	Cero	10
100.00	0.00	0.033	0.148
93.67	6.33	0.035	0.208
89.90	10.10	0.036	0.236

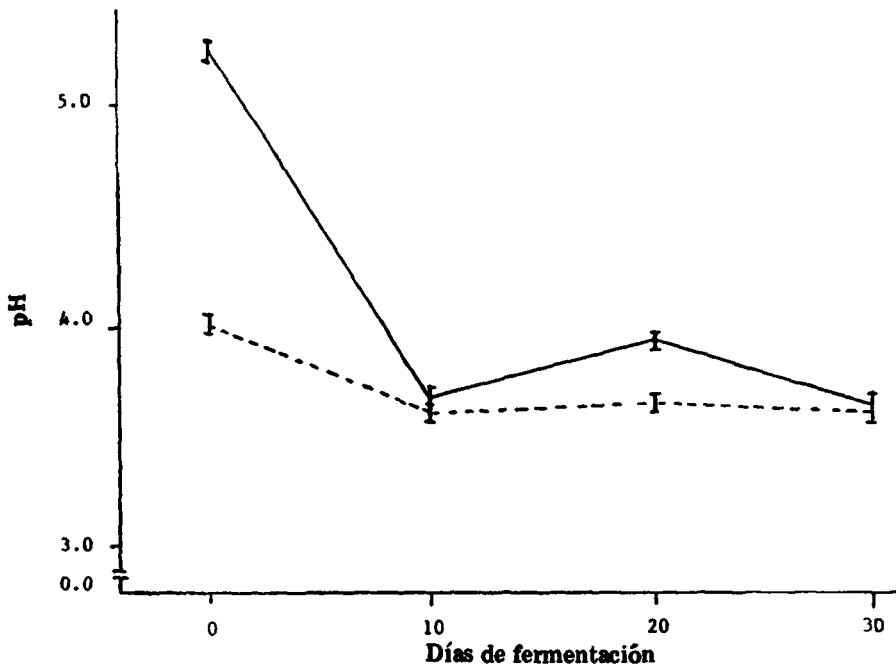


FIGURA 9

pH promedio en diferentes días de fermentación con o sin la adición de ácido acético.
Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

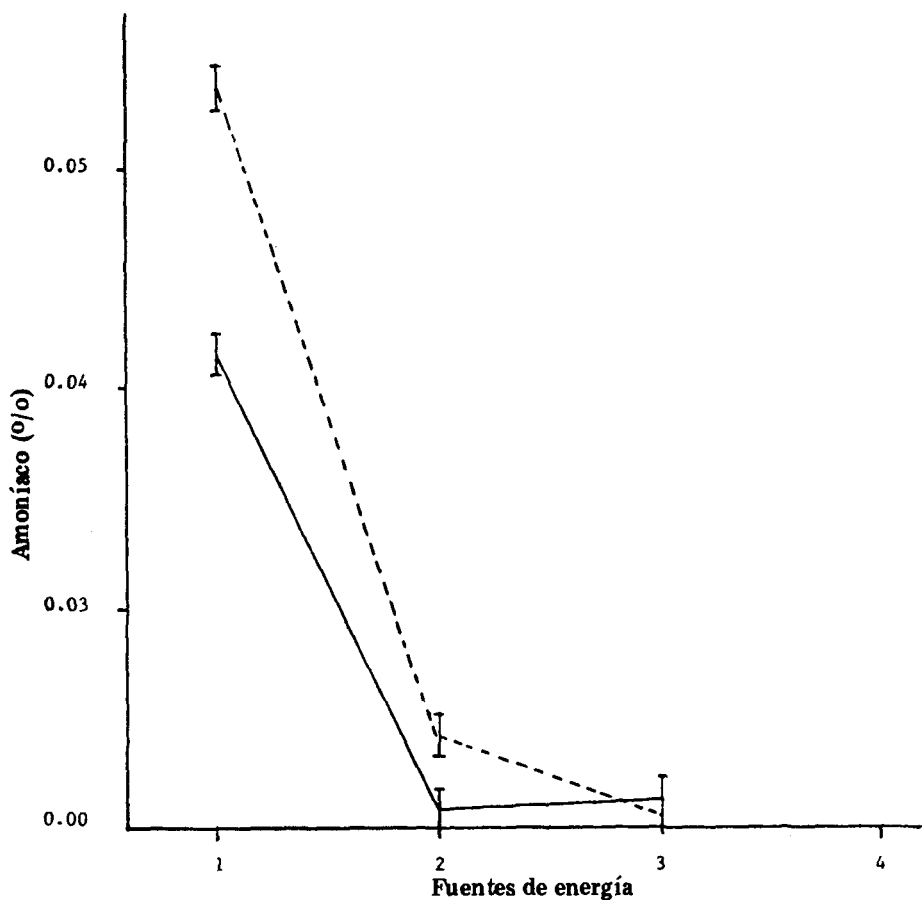


FIGURA 10

Contenido promedio de amoníaco (0/o) a diferentes niveles de energía. Fuentes de energía: 1 = maíz; 2 = maíz nixtamalizado; 3 = almidón y 4 = calostro sin fuente de energía. Nivel de energía bajo (—) y nivel de energía alto (---)

En cuanto al tiempo de fermentación, en el día cero no se constató ninguna diferencia en el contenido de materia seca entre los tratamientos con maíz nixtamalizado, almidón de maíz y maíz.

No obstante, en el calostro sin el agregado de fuente de energía, los niveles de materia seca fueron inferiores a los otros tratamientos y en todos los días de fermentación. A los 10 días de fermentación, las cantidades de materia seca habían bajado ($P < 0.05$) en todos los tratamientos. El tratamiento con maíz presentó un descenso superior a los demás, lo cual puede haberse debido a una mayor fermentación, como se demuestra

por la mayor pérdida de proteína. Las cantidades de materia seca fueron similares en los tratamientos con maíz nixtamalizado y almidón de maíz a los 10 y 30 días, y superiores a los demás tratamientos. Pero a los 20 días de fermentación, el valor de materia seca fue mayor en el tratamiento con maíz nixtamalizado (Figura 11).

Los tratamientos con ácido acético no acusaron diferencia en las cantidades de materia seca en comparación con los tratamientos sin ácido acético a los 10 y 20 días de fermentación. A los 30 días, sin embargo, los tratamientos que contenían ácido presentaron mayores valores que los tratamientos sin la adición de ácido acético (Figura 12). En el trabajo realizado por Rivera (3), éste menciona que en el calostro acidificado con

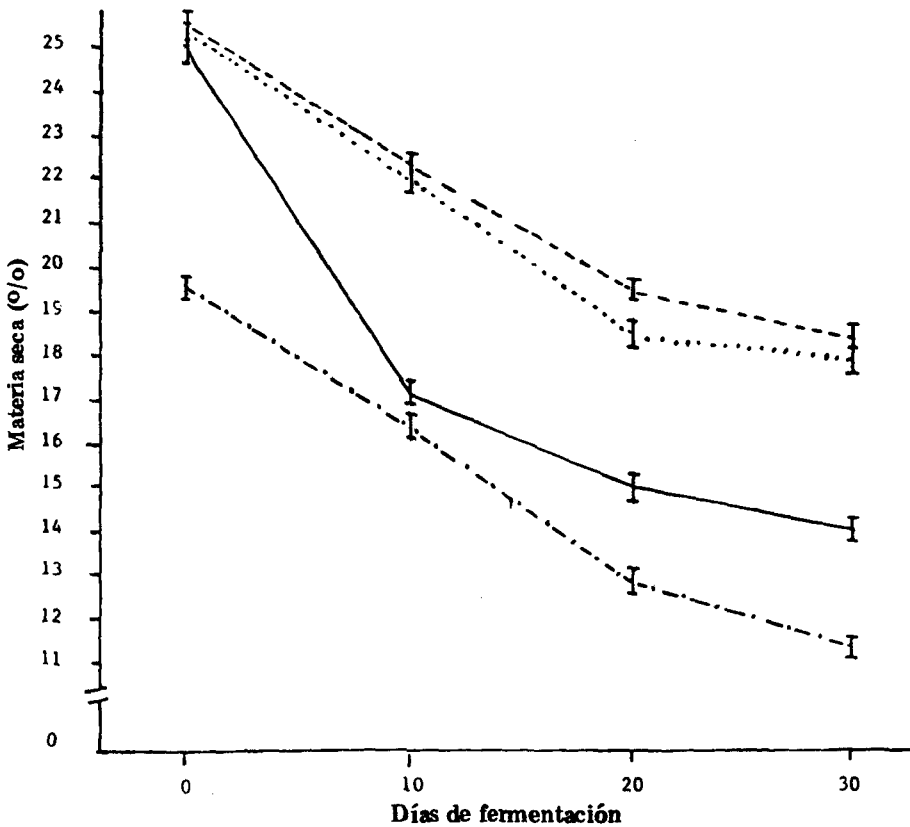


FIGURA 11

Contenido promedio de materia seca (o/o) en diferentes días de fermentación y con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (---); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética (-.-.-)

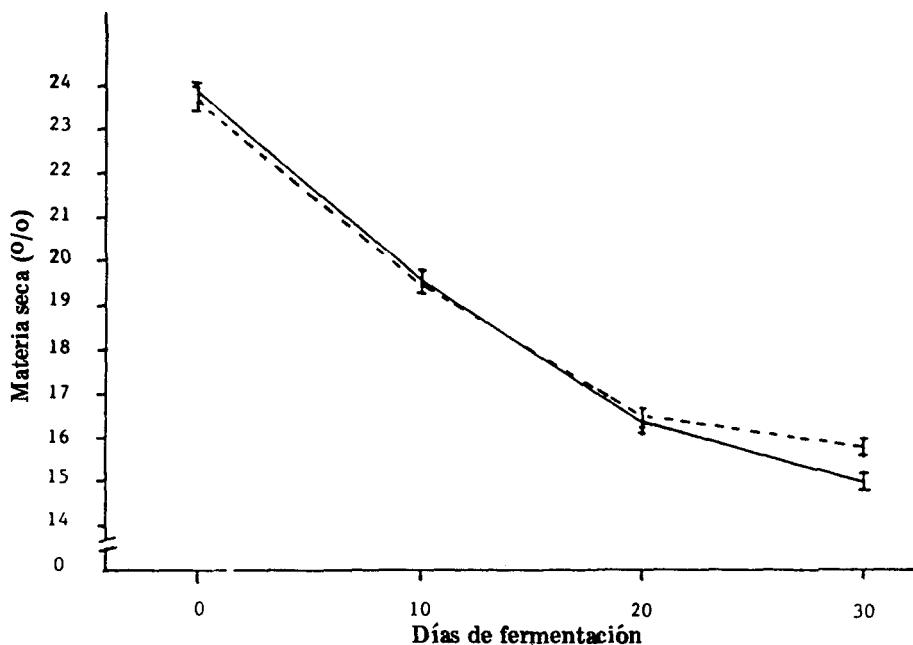


FIGURA 12

Contenido promedio de materia seca (o/o) en diferentes tiempos (días) de fermentación con o sin la adición de ácido acético. Con (- - -) o sin (—) la adición de ácido acético

ácido acético, la materia seca disminuye en menor proporción que en el calostro fermentado. Asimismo, otros autores informan que la adición de ácido al calostro ayuda a reducir la pérdida de materia seca (19, 23) por disminuir el grado de fermentación.

Los azúcares totales contenidos en el calostro sin fuente energética y calostro enriquecido con diferentes fuentes de energía con o sin ácido acético a los cero, 10, 20, y 30 días de fermentación, se aprecian en la Tabla 9.

Analizando dicha Tabla, se observa que el análisis de varianza presenta diferencias ($P < 0.01$) en relación a la fuente de energía, tiempo de fermentación y en la interacción entre la fuente de energía y tiempo de fermentación, así como diferencias significativas ($P < 0.05$), entre fuente de energía con nivel de ácido y tiempo de fermentación con nivel de ácido acético.

El contenido de azúcares totales descendió en todos los tratamientos a los que se agregaron diferentes fuentes de energía, pero no en forma significativa ($P > 0.05$), siendo más pronunciado en los primeros 10 días. El nivel más elevado de azúcares totales se encontró en los tratamientos que contenían almidón de maíz, seguido por el que contenía maíz nixta-

malizado. Los tratamientos de calostro sin la adición de fuente de energía y de calostro con maíz fueron los que contenían menor cantidad de azúcares totales (Figura 13).

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la cantidad de azúcares totales, entre los tratamientos en que se agregó o no ácido acético, a excepción del tratamiento que contenía calostro más ácido acético, en el que el nivel de azúcares totales fue superior al del tratamiento que no contenía ácido acético (Figura 14).

Esto puede ser atribuido a que en los tratamientos que tenían calostro enriquecido con una fuente energética, hubo formación de ácido láctico, el cual protegió los azúcares de la degradación, de la misma manera que se hubiese adicionado ácido acético.

La cantidad de azúcares totales disminuyó con el aumento del tiempo de fermentación, lo que se debe a la fermentación.

En los tratamientos en que se adicionó ácido acético, los contenidos de azúcares totales fueron mayores ($P < 0.05$) que los que no tenían el

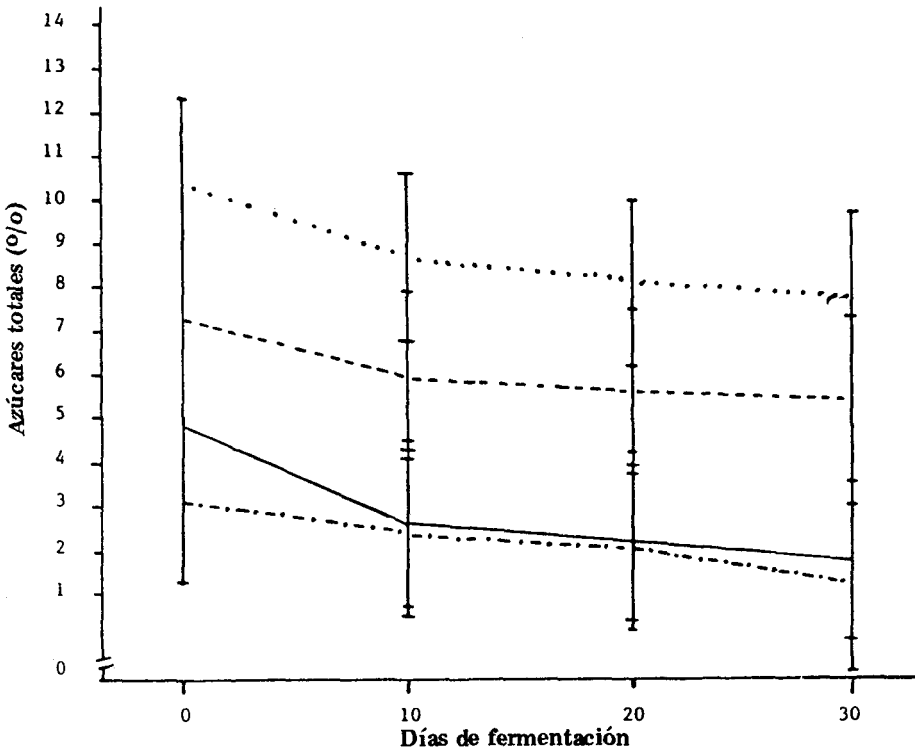


FIGURA 13

Contenido promedio de azúcares totales (o/o) en diferentes tiempos (días) de fermentación, con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (- - -); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética (-.-.-.-)

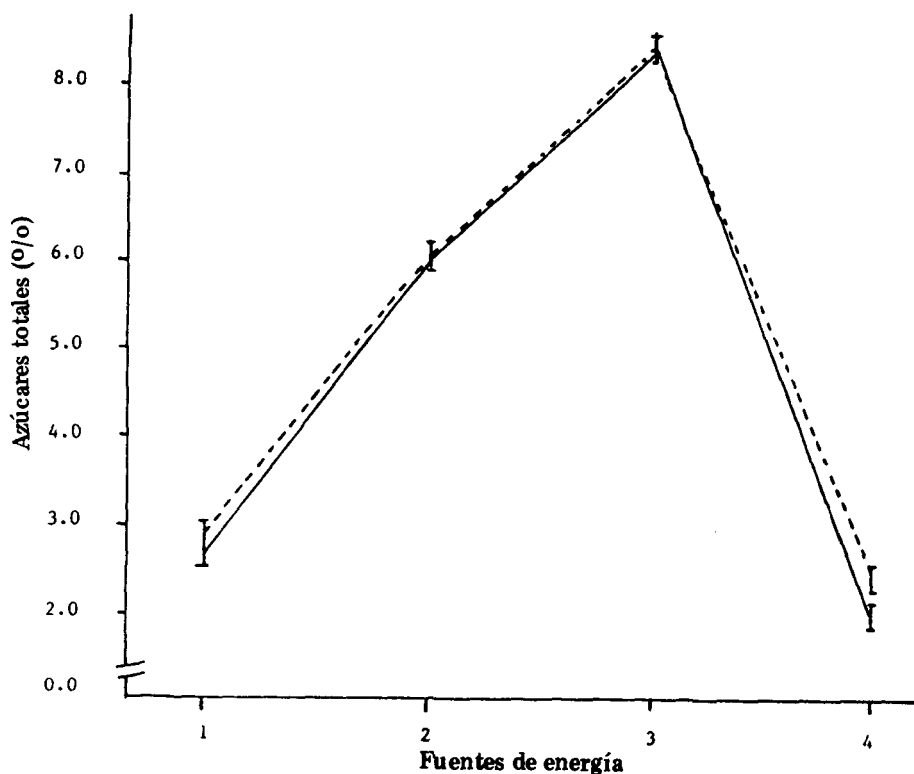


FIGURA 14

Contenido promedio de azúcares totales (o/o) con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz; 2 = maíz nixtamalizado; 3 = almidón y 4 = calostro sin fuente energética. Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

ácido a los 20 y 30 días de fermentación. Pero a los 10 días no hubo diferencia entre la adición o no de ácido (Figura 15).

Los niveles de amoníaco se elevaron en todos los tratamientos al pasar los días de fermentación del calostro (Tabla 6). Resultados semejantes han sido notificados (17, 19, 21) con relación al aumento del nitrógeno no proteínico.

Este aumento de amoníaco se debe a la degradación proteínica que tiene lugar durante la fermentación del calostro. Los tratamientos que contenían maíz presentaron mayores niveles de amoníaco (Figura 16), lo que está de acuerdo con los datos encontrados para proteína verdadera (Figura 5), la que fue muy baja en los tratamientos que contenían maíz, demostrando así una mayor degradación de la proteína.

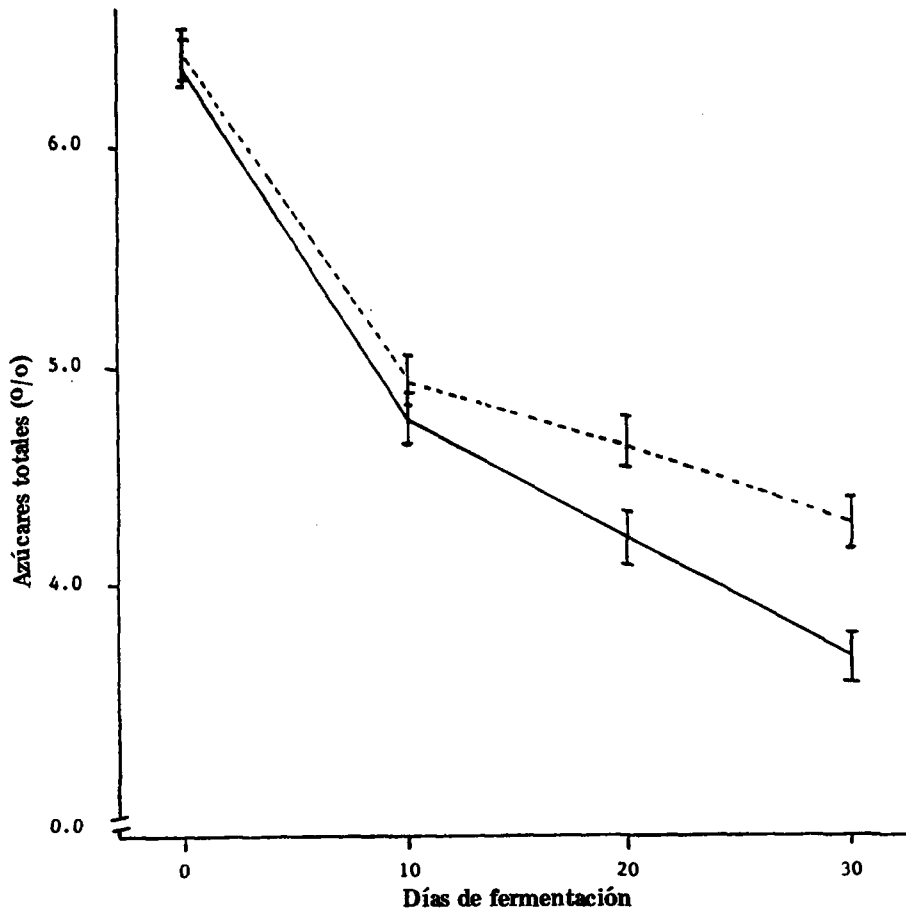


FIGURA 15

Contenido promedio de azúcares totales (o/o) en diferentes días de fermentación, con o sin la adición de ácido acético. Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

A los cero días de fermentación la cantidad de amoníaco fue semejante en todos los tratamientos que contenían diferentes fuentes de energía. A los 10 días de fermentación, la cantidad de amoníaco era semejante en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado, almidón de maíz y calostro sin fuente de energía, pero significativamente mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos que contenían maíz. Los tratamientos con almidón y maíz nixtamalizado presentaron a los 20 días de fermentación contenidos semejantes de amoníaco, y significativamente inferiores ($P < 0.05$) del calostro sin fuente de energía. La misma tendencia se observó a los 30 días de fermentación (Figura 16).

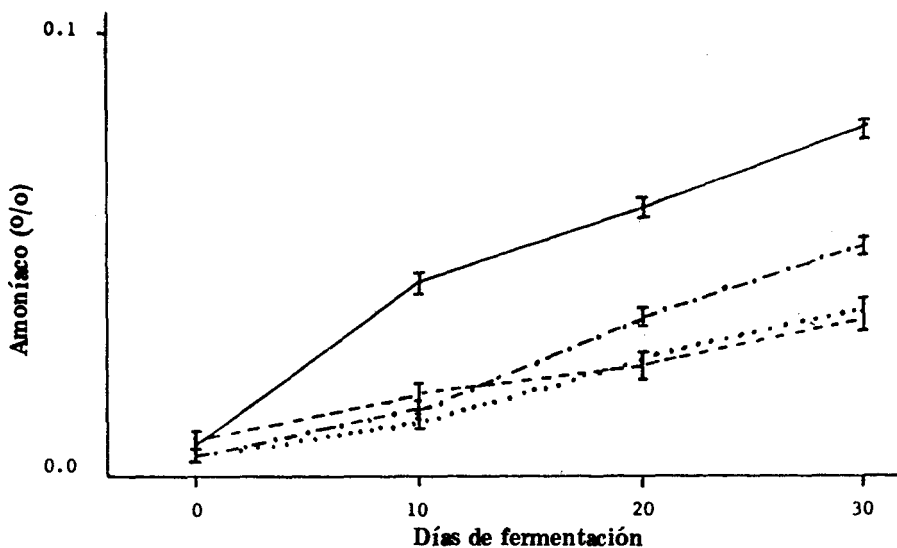


FIGURA 16

Contenido promedio de amoníaco (o/o) con diferentes fuentes de energía en diferentes días de fermentación. Fuentes de energía: 1 = maíz (—); 2 = maíz nixtamalizado (---); 3 = almidón (.....) y 4 = calostro sin fuente energética (-.-.-.-)

Los niveles de amoníaco ascendieron al pasar los días de fermentación, tanto en los tratamientos que contenían ácido acético como en los que no lo contenían. A los 10 días de fermentación no hubo diferencias entre los tratamientos con y sin ácido acético, pero a los 20 y 30 días los tratamientos que contenían ácido acético tenían cantidades inferiores de amoníaco ($P < 0.05$) (Figura 17). Estos resultados concuerdan con los observados por Otterby *et al.* (17), quienes manifiestan que al adicionarse ácido propiónico al calostro, la concentración de amoníaco a los 28 días de fermentación fue menor que la encontrada en el calostro sin adición del ácido.

Los contenidos de amoníaco en el calostro sin fuente energética y calostro enriquecido con diferentes fuentes de almidón, con y sin la adición de ácido acético, a los cero, 10, 20 y 30 días de fermentación se exponen en la Tabla 6.

Los porcentajes de materia seca en los tratamientos con calostro sin fuente energética, calostro enriquecido con diferentes fuentes de almidón y con ácido acético a los cero, 10, 20 y 30 días de fermentación se aprecian en la Tabla 8.

En el análisis de varianza (Tabla 9) se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en relación a fuente de energía, nivel de incorporación de

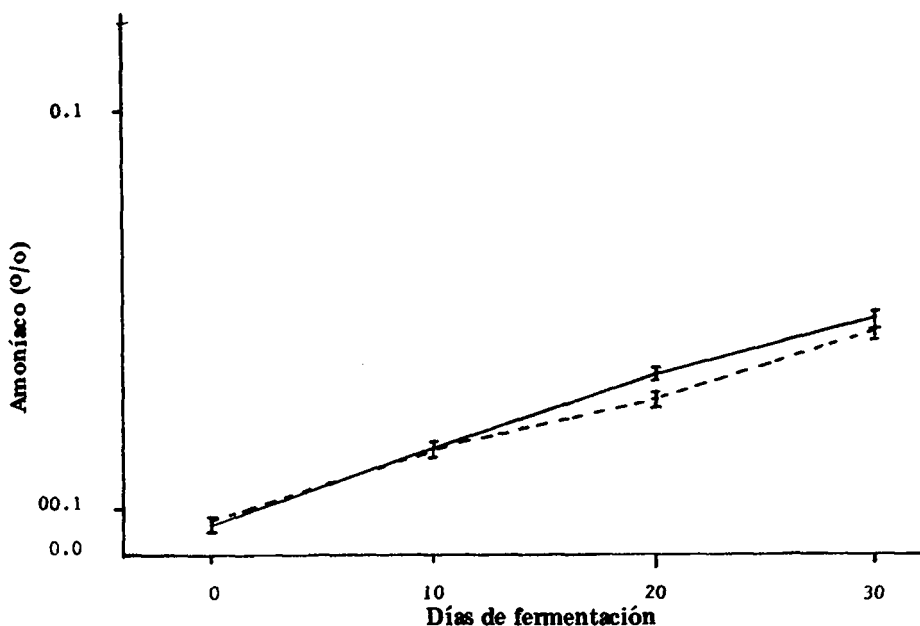


FIGURA 17

Contenido promedio de amoníaco en diferentes días de fermentación con o sin la adición de ácido acético. Con (---) o sin (—) la adición de ácido acético

la fuente de energía y nivel de energía, fuente de energía y tiempo de fermentación, nivel de energía y tiempo de fermentación, y diferencia ($P < 0.05$) del tiempo de fermentación y nivel de ácido acético.

Los tratamientos con niveles más altos de incorporación de la fuente energética también presentaron contenidos de materia seca más elevados (Figuras 18 y 19). Como era de esperar, los tratamientos con niveles altos de energía (9, 4, y 10.10%) mostraron valores más elevados de materia seca ($P < 0.05$) que el nivel bajo (5.9 a 6.3%) ($P < 0.05$), y éstos fueron superiores a nivel cero ($P < 0.05$), el cual contenía calostro sin fuente energética. Los niveles más bajos de materia seca se presentaron en los tratamientos con calostro sin fuente energética ($P < 0.05$), siguiéndole los tratamientos con maíz, almidón de maíz y maíz nixtamalizado. En todos los tratamientos, la materia seca bajó de los cero hasta los 30 días de fermentación (Figura 19) ($P < 0.05$). Otros autores (3, 17, 18) igualmente han informado esta baja de la materia seca del calostro a medida que aumenta el tiempo de fermentación.

Rivera (3) también encontró una merma en el contenido de azúcares totales a medida que aumentaba el tiempo de fermentación, acusando un valor de cero a los 20 días de fermentación tanto en el calostro fermentado como en el acidificado.

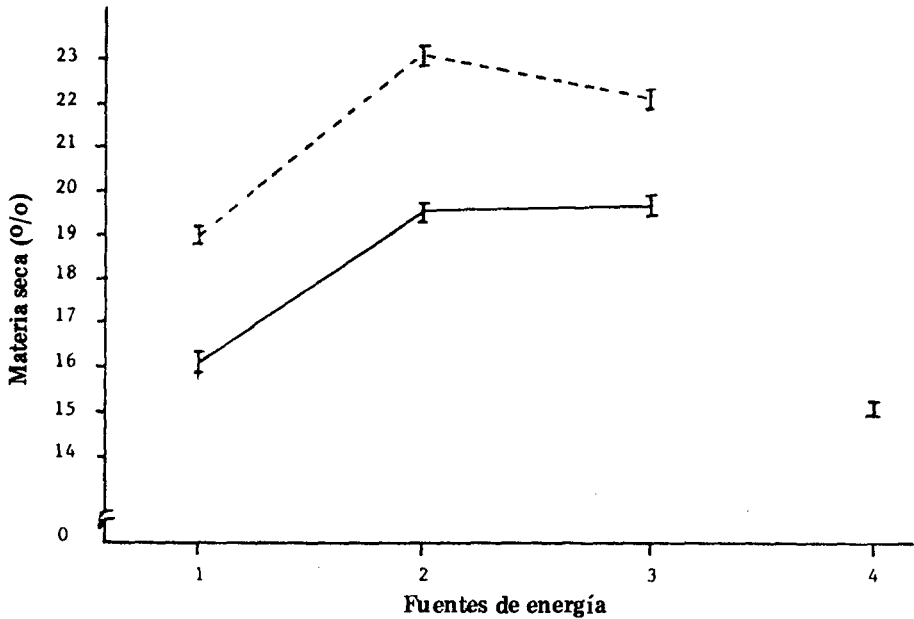


FIGURA 18

Contenido promedio de materia seca con diferentes fuentes de energía: 1 = maíz; 2 = maíz nixtamalizado; 3 = almidón; 4 = calostro sin fuente energética. Nivel de energía: bajo (—) y alto nivel (---)

El recuento bacteriológico del total de mesofílicos aerobios se mantuvo constante en el tratamiento que contenía calostro sin fuente energética después de 10 días de fermentación. Mientras tanto, en los tratamientos con maíz nixtamalizado hubo una baja en el recuento de los mesofílicos después de 10 días de fermentación del calostro (Tabla 11). En lo que respecta al conteo de coliformes, éstos disminuyeron a los 10 días de fermentación, y en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado su descenso fue mayor en comparación con el tratamiento que contenía tan sólo calostro. Estos datos concuerdan con los notificados por Jenny *et al.* (14), que encontraron, asimismo, una disminución del número de coliformes al pasar el tiempo de fermentación. Estos resultados difieren de los encontrados por Rindsing *et al.* (16), quienes informan aumento del número de coliformes con el tiempo de fermentación del calostro.

El recuento de lactobacilos aumentó con el tiempo de fermentación del calostro, no pudiéndose determinar en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado por la interferencia de las levaduras que contaminaron el medio de cultivo. Otros autores (14, 16), también han encontrado aumento en los lactobacilos al pasar el tiempo de fermentación.

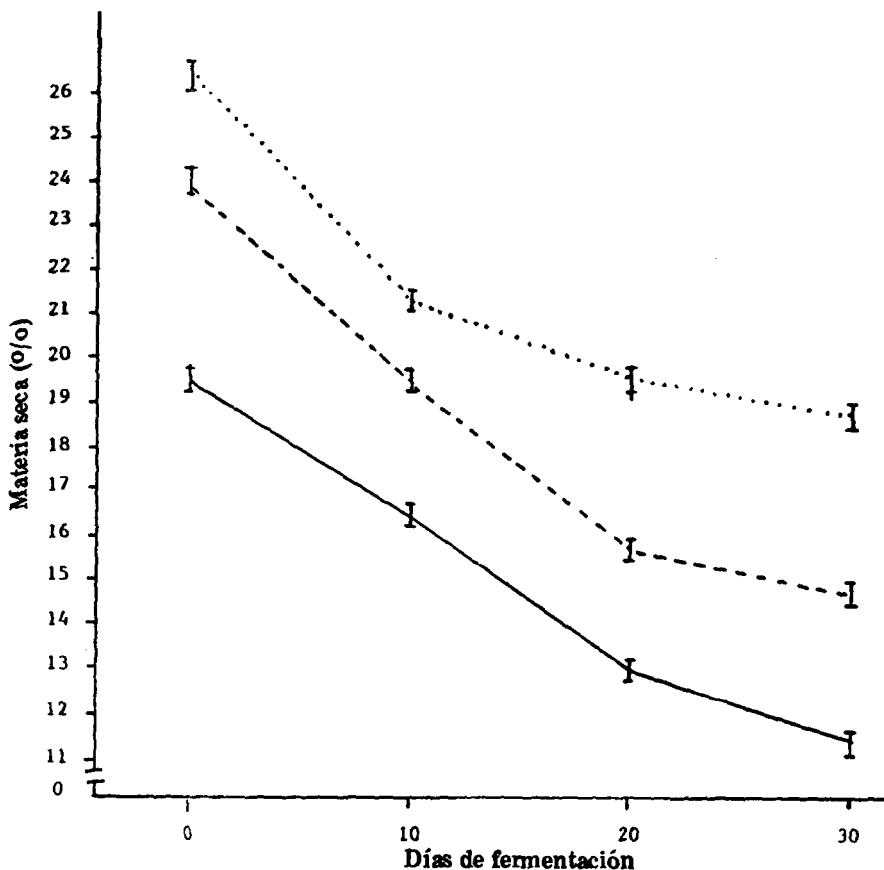


FIGURA 19

Contenido promedio de materia seca (o/o) en diferentes tiempos de fermentación (días) y con diferentes niveles de energía: 1 = calostro sin fuente energética (—) 2 = bajo nivel (---) y alto nivel (.....)

El número de estreptococos aumentó en el calostro a los 10 días de fermentación, pero en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado hubo una disminución.

Los hongos y levaduras también mostraron aumento en el número de colonias/ml, hallazgo que concuerda con lo encontrado por otros autores (6, 14, 16).

Los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado presentaron una disminución en el recuento de bacterias a los 10 días, en comparación con los valores iniciales. Esto se puede justificar por la disminución del

TABLA II
 RECuento BACTERIOLOGICO EN EL CALOSTRO ENRIQUECIDO CON MAIZ NIXTAMALIZADO
 A LOS CERO Y 10 DIAS DE FERMENTACION

Organismos (col/ml)	Tratamientos					
	Calostro	93.67 ^o /o de calostro y 6.33 ^o /o de maíz nixtamalizado	89.90 ^o /o de calostro y 10.10 ^o /o de maíz nixtamalizado	Calostro	93.67 ^o /o de calostro y 6.33 ^o /o de maíz nixtamalizado	89.90 ^o /o de calostro y 10.10 ^o /o de maíz nixtamalizado
	Días de fermentación					
	Cero			Diez		
Mesófilos aerobios	5.6×10^7	5.6×10^7	5.6×10^7	5.6×10^7	1.4×10^6	1.7×10^6
Organismos coliformes	5.6×10^6	5.6×10^6	5.6×10^6	5.6×10^5	3.0×10^2	5.0×10^2
Lactobacilos	1.1×10^3	1.0×10^3	1.0×10^3	3.4×10^3	*	*
Estreptococos	1.3×10^3	4.0×10^3	7.7×10^3	2.3×10^5	7.7×10^2	3.2×10^2
Hongos	1.0×10^3	1.0×10^3	1.0×10^3	7.8×10^4	9.3×10^3	1.4×10^4
Levaduras	—	—	—	—	2.0×10^5	4.0×10^5

— = No fueron detectados.

* = No se pudo realizar el conteo por interferencia con hongos y levaduras.

pH (Figura 7) ocurrida por el desdoblamiento del almidón en ácido láctico (Tablas 10 y 12).

En el análisis de varianza, en el que se consideran los tratamientos, se observan diferencias ($P < 0.01$) entre el contenido de maíz nixtamalizado añadido a la mezcla, tiempo de fermentación y sus interacciones.

TABLA 12

PORCENTAJE DE ALMIDON EN LA MATERIA SECA DEL CALOSTRO Y CALOSTRO ENRIQUECIDO CON MAIZ NIXTAMALIZADO A LOS CERO Y 10 DIAS DE FERMENTACION

Calostro o/o	Tramiento		Días de fermentación	
	Maíz nixtamalizado o/o		Cero	Diez
100.0	0.00		0.00	0.00
93.67	6.33		15.81	13.12
89.90	10.10		22.09	20.18

Los contenidos de ácido láctico en el calostro sin fuente energética aumentaron con el tiempo de fermentación, siendo a los 10 días de fermentación casi tres veces superior al valor inicial (Tabla 10). Los valores para ácido láctico en el calostro sin fuente energética con 10 días de fermentación fueron superiores a los encontrados por Otterby *et al.* (17) y Polzin *et al.* (22). Asimismo, el contenido de ácido láctico fue mayor en el tratamiento que contenía mayor porcentaje de maíz nixtamalizado.

El almidón presente en el maíz nixtamalizado disminuyó con el tiempo de fermentación (Tabla 12), lo que indica que éste puede haber sido convertido en ácido láctico por la acción fermentativa de las bacterias. Así se justifica el aumento tan grande de ácido láctico presente en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado.

El aumento de ácido láctico también provocó una disminución del pH (Figura 7) y, por lo tanto, una disminución del número de bacterias (Tabla 11).

Los granos de cereales son ricos en almidones. El maíz nixtamalizado es un producto elaborado a partir del maíz y en consecuencia es rico en almidones. El calostro no contiene almidones (Tabla 12) y, por lo tanto, todo el almidón presente en los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado provenía de este último.

Cuando al calostro se agregó 6.33% de maíz nixtamalizado, el primero acusó un contenido de 15.81% de almidón en base a la materia seca de la mezcla. Sin embargo, este contenido de almidón descendió a 13.12% a los 10 días de fermentación. Asimismo, en el tratamiento que contenía 10.10% de maíz nixtamalizado, el contenido de almidón disminuyó en el mismo período de 22.09 a 20.18%.

El contenido de almidón fue el factor responsable de la disminución de la digestibilidad de la materia seca (Tabla 13) de la mezcla de calostro

con maíz nixtamalizado. Estos datos concuerdan con los notificados por Toullec *et al.* (24), quienes mencionan que la digestibilidad del maíz varía con la cantidad del sustituto lácteo incorporada a la materia seca.

TABLA 13

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MATERIA SECA EN EL CALOSTRO Y CALOSTRO ENRIQUECIDO CON MAÍZ NIXTAMALIZADO A LOS CERO Y 10 DÍAS DE FERMENTACION

Calostro	Tratamiento	Días de fermentación	
	Maíz nixtamalizado	Cero	Diez
100.00	0.00	91.06	88.42
93.67	6.33	84.95	85.76
89.90	10.10	79.77	80.19

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en la digestibilidad de la materia seca entre los dos niveles de maíz nixtamalizado utilizados en la mezcla y los dos períodos de fermentación.

En el tratamiento testigo que contenía calostro sin fuente energética, el coeficiente de digestibilidad disminuyó de los cero hasta los 10 días de fermentación (Tabla 13), lo que se contradice con lo informado por Rivera (3), quien encontró incremento en la digestibilidad del calostro con el aumento del tiempo de fermentación.

Los tratamientos que contenían maíz nixtamalizado, sin embargo, con el aumento del tiempo de fermentación aumentaron su digestibilidad. Esto puede haberse debido a la acción de las bacterias, que desdoblaron mayor cantidad de almidón en ácido láctico de acuerdo con lo observado en el presente estudio.

En la Tabla 13 se aprecia igualmente que al aumentar el porcentaje de incorporación del maíz nixtamalizado ocurre un descenso en la digestibilidad de la materia seca.

Las cantidades de energía bruta aumentaron con la inclusión de maíz nixtamalizado, siendo mayor en los tratamientos que contenían proporciones más altas de maíz.

Los valores de energía bruta encontrados para el calostro sin fermentar fueron superiores a las 800 kcal/kg mencionadas por Daniels (4).

No se encontró disminución de energía bruta a los 10 días de fermentación con relación a sus valores iniciales (Tabla 14), e incluso, hubo un pequeño aumento.

Bajo condiciones de los análisis y estudios efectuados en el trabajo que nos ocupa se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El sorgo no parece ser una buena fuente de energía para su adición al calostro, ya que después de 10 días de fermentación, todos los tratamientos que contenían esta mezcla presentaron putrefacción.

TABLA 14

**CONTENIDO DE ENERGIA BRUTA (kcal/kg) EN EL CALOSTRO Y
CALOSTRO ENRIQUECIDO CON MAIZ NIXTAMALIZADO A LOS CERO Y
10 DIAS DE FERMENTACION (BASE HUMEDA)**

Calostro	Tratamiento Maíz nixtamalizado	Días de fermentación	
		Cero	Diez
100.00	0.00	860.38	886.04
93.67	6.33	1041.16	1050.17
89.90	10.10	1155.82	1168.24

- El ácido acético adicionado a los tratamientos no influyó en preservar la degradación de la proteína cruda, proteína verdadera, y materia seca en los tratamientos a los que se agregó una fuente energética. Esto parece haberse debido a que como el contenido de ácido láctico aumentó con el tiempo de fermentación, el pH de las mezclas disminuyó. Así, los tratamientos que contenían ácido acético para control de la flora microbiana y protección de los nutrimentos no presentaron diferencias significativas.
- De las fuentes de energía utilizadas en el presente trabajo, la que parece ser más viable de utilizar en la alimentación animal, es el maíz nixtamalizado, dado su bajo costo, su fácil adquisición, y los buenos resultados que produjo en este trabajo, en contraste con otras fuentes energéticas.
- En cuanto al tiempo de fermentación del calostro enriquecido con diferentes fuentes de energía, los mejores resultados se obtuvieron a los 10 días de fermentación, ya que a partir de esta fecha los nutrimentos disminuyeron a niveles muy bajos.
- Los contenidos de ácido láctico en el calostro con maíz nixtamalizado aumentaron y los contenidos de almidón disminuyeron con el tiempo de fermentación, lo que indica que este último es factible de ser utilizado para convertirse a ácido láctico por acción fermentativa de las bacterias.
- En cuanto al porcentaje óptimo de maíz nixtamalizado para ser agregado al calostro, el nivel de 6.33% tuvo mayor digestibilidad de la materia seca que el nivel de 10.10%.
- La energía bruta aumentó con la adición de maíz nixtamalizado al calostro.

SUMMARY

EFFECT OF DIVERSE ENERGETIC RESOURCES ON THE FERMENTATION PROCESS OF BOVINE COLOSTRUM

The present work consisted in evaluating the feasibility of utilizing different energy sources—corn, nixtamalized corn, sorghum and corn starch—in colostrum fermentation, by incorporating them in two different percentages, with and without the addition of acetic acid.

The crude and true protein, ammonia, and dry matter content, as well as pH, total sugars, lactic acid, starches, dry matter digestibility, bacteriological count and gross energy, were studied.

Results revealed that up to 10 days of fermentation, the most viable energy source was nixtamalized corn, and that the addition of acetic acid was not useful in colostrum preservation. The incorporation level of nixtamalized corn added to colostrum which rendered the best results, was that of 6.330/o.

BIBLIOGRAFIA

1. Mercado, S. S. Crianza de beceras. **Suplemento de la Gaceta SAHR**, Subsecretaría de Ganadería, Año 1, No. 8, 1979.
2. Ortega, M. E., A. Aguilera & F. Pérez-Gil. Efecto de la adición de sorgo y melaza en la fermentación del calostro bovino. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 34(3): 543-549, 1984.
3. Rivera, A. B. Efecto de la Adición del Acido Acético al Calostro Fresco y en el Proceso de Fermentación para la Alimentación Animal. Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana, México, 1978.
4. Daniels, L. B., J. R. Hall, Q. R. Hornsby & J. A. Collins. Feeding naturally fermented, cultured and directly acidified colostrum to dairy calves. **J. Dairy Sci.**, 60: 992-996, 1977.
5. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
6. Bateman, J. V. **Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos**. México, D.F., Editorial Herrerero Hnos., 1970.
7. Spiro, R. G. In: **Methods in Enzymology**. Vol. 8. S.P. Colowick and N. O. Kaplan (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1966.
8. Ramos, M. C. **Manual de Métodos de Análisis de Leche y Lactinios**. México, D. F., 1976.
9. Sosa, E. M. Estudio de Carbohidratos y Enzimas Relacionadas durante la Germinación del Grano de Maíz. Tesis de Maestría, Facultad de Química, UNAM, México, D. F., 1978.
10. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, Marvin L. Speck (Ed.). American Public Health Association (APHA), 1976.
11. Fernández, E. E. **Microbiología Sanitaria**. Guadalajara, Editorial de la Universidad de Guadalajara, 1981.
12. **Técnicas Generales para Análisis Microbiológicos de Alimentos**. México, D. F., Laboratorio Nacional de Referencias de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978.

13. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Métodos Estadísticos*. 6a. ed. México, D. F., Compañía Editorial Continental, S. A., 1979.
14. Jenny, B. F., C. D. O'Dell & M. G. Johnson. Microbial and acidity changes in colostrum fermented by natural flora at low and high ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, **60**: 453-457, 1977.
15. Müller, L. D., F. C. Ludens & J. A. Rook. Performance of calves fed fermented colostrum or colostrum with additives during warm ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, **59**: 930-935, 1976.
16. Rindsing, R. B., J. G. Jenecke & G. W. Bodoh. Influence of formaldehyde and propionic acid on composition and microflora of colostrum. *J. Dairy Sci.*, **60**: 63-71, 1977.
17. Otterby, D. E., R. E. Dutton & J. A. Foley. Comparative fermentations of bovine colostrum milk. *J. Dairy Sci.*, **60**: 73-78, 1977.
18. Yu, Y., J. B. Stone & M. R. Wilson. Fermented bovine colostrum for Holstein replacement calf rearing. *J. Dairy Sci.*, **59**: 936-943, 1976.
19. Carlson, S. M. A. & L. D. Müller. Compositional and metabolic evaluation of colostrum preserved by four methods during warm ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, **60**: 566-571, 1977.
20. Müller, L. D. & D. R. Syhre. Influence of chemicals and bacterial cultures on preservation of colostrum. *J. Dairy Sci.*, **58**: 957-961, 1975.
21. Müller, L. D. & J. Smallcomb. Laboratory evaluation of several chemicals for preservation of excess colostrum. *J. Dairy Sci.*, **60**: 627-631, 1977.
22. Polzin, H. W., D. E. Otterby & D. G. Johnson. Response of calves fed fermented or acidified colostrum. *J. Dairy Sci.*, **60**: 224-234, 1977.
23. Parrish, D. B., E. E. Bartley, D. U. Burris & R. T. McYntyre. Properties of the colostrum of dairy cow. VIII. Digestibility of colostrum and milk by calves during the early postnatal days of life. *J. Dairy Sci.*, **36**: 489-494, 1953.
24. Toullec, R., M. Theriez & P. Thivend. Sucedáneos de la leche para terneros y corderos. *Revista Mundial de Zootecnia*, **33**: 32-42, 1980.

APPLICATION OF HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY TO THE ANALYSIS OF SOME NON-VOLATILE COFFEE COMPONENTS

Luiz C. Trugo¹, and Robert Macrae²

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brazil

SUMMARY

High performance liquid chromatography (HPLC) was applied to the analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in Arabica and Robusta coffee. Green and roasted coffee samples were used in this study and the degradation of sucrose and trigonelline, with the formation of nicotinic acid, was followed during roasting. Caffeine did not undergo significant degradation with only 5.4% being lost under severe roasting. Sucrose was degraded rapidly during processing with light roasting producing a 97% loss and dark roasting degrading it completely. Loss of trigonelline was strongly dependent on the degree of roasting, being higher in the Robusta coffee. Trigonelline degradation was associated with nicotinic acid formation both in the Arabica and Robusta coffees as a consequence of the roasting process. Trigonelline and sucrose were determined simultaneously by partition chromatography and detection with the mass detector. Determination of caffeine was carried out using reversed phase chromatography and nicotinic acid by ion-pair reversed phase chromatography. Detection in both cases was achieved using an ultraviolet detector at 272nm or 254nm, respectively. HPLC showed adequate precision and accuracy for routine analyses. In addition, the methods used were more rapid and simple than traditional procedures.

HPLC appears to be a suitable technique for quality control in the coffee industry, and for fundamental investigation on the mechanisms involved in the roasting process.

Manuscrito original recibido: 28-7-87.

- 1 Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS bloco J. Rio de Janeiro, Brazil.
- 2 Department of Food Science, University of Reading, Whiteknights, Reading RG6 2AP, England.

INTRODUCTION

Non-volatile components of coffee are important for their participation as flavor precursors including aroma formation. This group of compounds may be divided in high and low molecular weight material, proteins and polysaccharides being examples of the former and caffeine, trigonelline, nicotinic acid, sucrose and chlorogenic acid examples of the latter. Caffeine is particularly important due to its relation to some biological effects such as stimulation of the central nervous system (1) and its implication to the delay of sleep (2). Trigonelline, a pyridine derivative, is found in coffee in significant amounts and it is largely degraded during roasting, producing important coffee flavor components. It has a bitter taste which is about one-fourth that of caffeine (3) and contributes to coffee aroma by formation of volatile degradation products (4). Gas chromatography-mass spectrometry analysis of the volatile fraction obtained from trigonelline pyrolysis showed 29 compounds with nine of them being previously identified in roasted coffee, pyridines and pyrroles being some examples (4). One important non-volatile compound also formed from trigonelline degradation during roasting is nicotinic acid. Therefore, nicotinic acid formation makes coffee beverage an important source of this vitamin. Sucrose is also extensively degraded during roasting, and is largely involved in caramelization reactions to form browning pigments in roasted coffee. Glucose may be found in minor quantities in green and in roasted coffee, in which small amounts of fructose, arabinose and galactose may also be found (5). The process of pigment formation is complex probably involving the participation of chlorogenic acid during caramelization (6) and in Maillard reaction with amino and carbonyl groups (7, 8). In the present work data on caffeine, trigonelline and its transformation into nicotinic acid and sucrose in green and roasted Arabica and Robusta coffees are presented. HPLC methods for their determination are described illustrating the application of this technique to coffee analysis.

MATERIAL AND METHODS

Samples

Green Arabica (Guatemala) and green Robusta (Uganda) coffee beans were supplied by the coffee industry. One part (5 kg) of the same batch of each coffee was industrially roasted in a Probat pilot roaster at 205°C. Four different degrees of roasting were obtained according to the processing time and classified as light, medium, dark and very dark, based on their colors. All coffee samples were frozen overnight, ground in a laboratory scale mill (Brook Motors Ltd., England) and then sieved to pass through a 0.841mm sieve.

Apparatus

The liquid chromatograph consisted of a pump which was either Model 750/03-ACS (Applied Chromatography Systems Ltd, England)

or Model 110A-Altex (Beckman Ltd, England), an injection valve Model 7120 (Rheodyne Inc., USA) with a 20 μ l fixed loop, a chromatographic column and a detector. Detection was by means of either an ultraviolet variable wavelength detector Model CE212 (Cecil Instruments Ltd, England) or an ACS mass detector Model 750/14.

Reagents

All chemicals were of analytical-reagent grade unless otherwise specified. Chromatographic solvents were of HPLC grade obtained from Rathburn Chemicals Ltd (Scotland). Caffeine and sucrose standards were from BDH Laboratory Reagents (England), trigonelline was from Sigma Co (USA) and nicotinic acid from Fisons Ltd (England).

Chromatographic Phases and Columns

Microparticulate silica bonded phases Spherisorb-amino, Spherisorb-ODS and Spherisorb-ODS-2 (5 μ g) were obtained from Phase Separation Ltd (Wales). Stainless steel (100, 150 or 250 mm x 5 mm i.d.) columns were packed in the laboratory using methanol as a slurry solvent for Spherisorb-amino phase and dried acetone for Spherisorb-ODS and ODS-2. Packing was achieved against gravity at a pressure of 375 bar. Sep-Pak C₁₈ cartridges for sample clean-up were obtained from Waters Associates Ltd (England).

Determination of Caffeine

Ground coffee (approximately 0.5 g) was extracted with hot distilled water (100 ml at 80°C) for 10 min and transferred to a 250 ml volumetric flask. Saturated basic lead acetate (2 ml) was added, the solution made up to volume, shaken and allowed to stand for 10 min. The precipitate was removed by filtration under gravity and the extract refiltered using a Millipore filter (0.45 μ m), when necessary. The filtrate was used directly for chromatography. Chromatographic separation and quantification was achieved using an isocratic system and a Spherisorb-ODS-2 column (150 x 5 mm i.d.) according to the method described by Trugo *et al.* (9).

Determination of Trigonelline and Sucrose

Ground coffee (approximately 1.25 g for green or 5 g for roasted) was shaken thoroughly with hot distilled water (5 ml at 80°C) in a 50 ml centrifuge tube. Absolute ethanol (20 ml) was added, the mixture shaken for one hour and centrifuged for 10 min (1,500 x g). The supernatant was decanted into a 250 ml evaporating flask, the procedure repeated twice more (shaking for 30 min) and the supernatants combined into the same flask. The extract was evaporated to approximately 5 ml under reduced pressure at 40°C. The residue was transferred to a 25 ml volumetric flask and made up to volume with distilled water. The extract was filtered under gravity and cleaned using a Sep-Pak C₁₈ cartridge. This final extract was then used for chromatography. Chromatographic separation was achieved using a Spherisorb-amino column (250 x 5 mm i.d.) packed

in the laboratory. The mobile phase was acetonitrile/water (4:1, V/V) with a flow rate of 1.5 ml min^{-1} . Detection was achieved using the mass detector operated with the following instrumental settings: attenuation x 1; photomultiplier x 2; temperature, 60°C ; air pressure, 1.5 bar. Quantification was based on peak height comparison with a calibration curve obtained from pure standards using aqueous solutions of trigonelline at concentrations of 0.125, 0.25, 0.625, 1.25 and 2 mg min^{-1} , and of 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 mg min^{-1} of sucrose. Recoveries were assessed from four replicate samples with trigonelline at a level of 2.5% and sucrose at 0.5% of sample weight.

Determination of Nicotinic Acid

Boiling distilled water (50 ml) was added to 5 g of ground coffee in a 125 ml conical flask. The contents were stirred thoroughly for 5 min and filtered using a Buchner funnel under reduced pressure. The residue was washed three more times with boiling distilled water (10 ml each time). The combined extracts were transferred to a 100 ml volumetric flask and the volume made up to the mark. The clean-up, chromatography and quantification were achieved according to the method described by Trugo, Macrae and Trugo (10).

RESULTS AND DISCUSSION

Caffeine

The variation in caffeine composition of coffee is mainly due to genetic differences found in varieties of coffee beans, and also to agronomic factors. Differences in analytical techniques, however, may also be responsible for variability in analytical data found in the literature. Routine methods are based on the measurement of UV absorption of coffee extracts (11, 12), and they are subject to interference from substances present in the extract and quantified as caffeine. More specific and rapid HPLC techniques have been increasingly used for caffeine determination in a wide range of food products (13). In this work, reversed phase chromatography using Spherisorb ODS-2, was applied to caffeine determination in green and roasted coffee at different roasting degrees. The comparison between ODS-2, a fully capped reversed phase material, and the conventional ODS has been previously reported for purine alkaloid analysis (9). The Robusta green coffee studied showed higher caffeine content (2.4%, dry matter) in comparison with the Arabica coffee (1.2%) which is in agreement with literature values (14). The values found in the roasted samples were slightly higher both for the Arabica and Robusta when compared with their respective green beans and these values increased with the degree of roasting. This supports the findings of Merritt and Proctor (15) when they studied seven different varieties of coffees submitted to the roasting process at different temperatures. Nevertheless, if the weight loss during roasting is considered, the results actually show an opposite effect, as Table 1 illustrates. Small amounts of caffeine are in fact lost during roasting at 205°C . Although

TABLE 1

**CAFFEINE CONTENT OF COFFEES AND PERCENTAGE LOSSES AT
DIFFERENT DEGREES OF ROASTING**

Coffee	Roasting time (min)	Caffeine contents		Caffeine ^c loss (o/o)
		a	b	
Arabica (Guatemala)	7	1.18	1.14	5.0
	10	1.28	1.23	-2.5 ^d
	13	1.32	1.19	0.8
	19	1.27	1.15	4.2
Robusta (Uganda)	5	2.45	2.39	0.4
	7	2.49	2.39	0.4
	14	2.48	2.27	5.4
	16	2.46	2.27	5.4

a Results expressed in g o/o. dry matter, are average of determination in duplicate.

b Results expressed on dry green bean basis (g o/o caffeine x o/o recovery of coffee beans after roasting/100).

c Caffeine content in the green bean: Arabica, 1.20; Robusta 2.40 g o/o dry matter.

d Caffeine content was 2.5o/o higher than in the original green bean.

the temperature of sublimation of caffeine is around the threshold of pyrolysis, that is about 1850C (16), internal pressures created within the bean may raise its sublimation point and also make the liberation of caffeine vapor more difficult. Consequently, much loss of caffeine by sublimation is not expected, as has been confirmed by the results found. Coefficient of variation of the method was 2.4o/o indicating a good precision. The detection limit was estimated to be 0.5 µg ml⁻¹ which correspond to a level of 50-100 mg o/o dry food, but this limit could be greatly reduced by changing the detector attenuation. Linearity was assessed constructing a calibration curve and a good correlation was obtained (0.99997). Recovery was examined by the method of standard addition to the sample showing an average of 100o/o.

Trigonelline

Many methods have been described in the literature for the determination of trigonelline in coffee products. They may be simply based on titration of a trigonelline-iodine complex (17) or by colorimetry such as the procedure of Huff (18) involving the use of a highly toxic reagent (cyanogen bromide). However, these procedures lack precision and are subject to interference. More accurate results may be obtained by the measurement of UV absorption of trigonelline (19), provided the extract is sufficiently free of interferences. Chromatographic techniques appear to be more specific and in this case HPLC is preferred since it provides better separation in a shorter time (9). In the study herein described, the

possibility of using partition chromatography with amino-columns was investigated and an HPLC method was developed using a mass detector as the detection system. The mass detector is based on the detection of solute molecules by light scattering after nebulization and evaporation of the chromatographic solvent. The theoretical basis of the instrument has been elucidated by Charlesworth (20) and it has been applied to the determination of sugars (21) and lipids (22, 23) by HPLC. Using this chromatographic system it was possible to determine trigonelline and sucrose simultaneously by isocratic elution. A calibration plot obtained with aqueous trigonelline solutions (0.125–2.0 mg ml⁻¹) showed linearity only above 0.25 mg ml⁻¹ but this was a function of the detector. The same calibration curve shapes were obtained when six different sugars were studied under the same conditions. Consequently, quantification was achieved by comparison of peak heights from the sample extracts, with the calibration curve. Recovery was adequate showing an average of 980/o with a coefficient of variation of 40/o. The Arabica and Robusta green coffees studied showed similar levels of trigonelline. The loss of trigonelline after roasting showed a similar pattern to that reported by other authors using different methods (24, 25) and this loss was strongly dependent on the degree of roasting, being higher in the Robusta coffee (Table 2). Trigonelline is partially converted to nicotinic acid during the roasting process by demethylation and its progressive loss was closely associated with an increase in nicotinic acid in both Arabica and Robusta coffees (Figures 1a and 1b). This is consistent with the results obtained by Hughes and Smith (24) using titration and colorimetric methods to determine trigonelline and nicotinic acid, respectively. The HPLC method was

TABLE 2

TRIGONELLINE CONTENT OF COFFEES AND PERCENTAGE LOSSES AT DIFFERENT DEGREES OF ROASTING

Type of coffe	Roasting time (min)	Trigonelline contents		Trigonelline ^c loss (0/o)
		a	b	
Arabica (Guatemala)	7	0.89	0.86	21.1
	10	0.73	0.70	35.8
	13	0.39	0.35	67.9
	19	0.18	0.16	85.3
Robusta (Uganda)	5	0.73	0.71	34.9
	7	0.60	0.58	46.8
	14	0.33	0.32	70.6
	16	0.12	0.11	89.9

- a Results expressed in g 0/o dry matter, are average of determinations in duplicate.
 b Results expressed on dry green bean basis (g 0/o trigonelline x 0/o recovery of coffee beans after roasting/100).
 c Trigonelline content in the green bean: Arabica, 1.09; Robusta, 1.09 (g 0/o, dry matter).

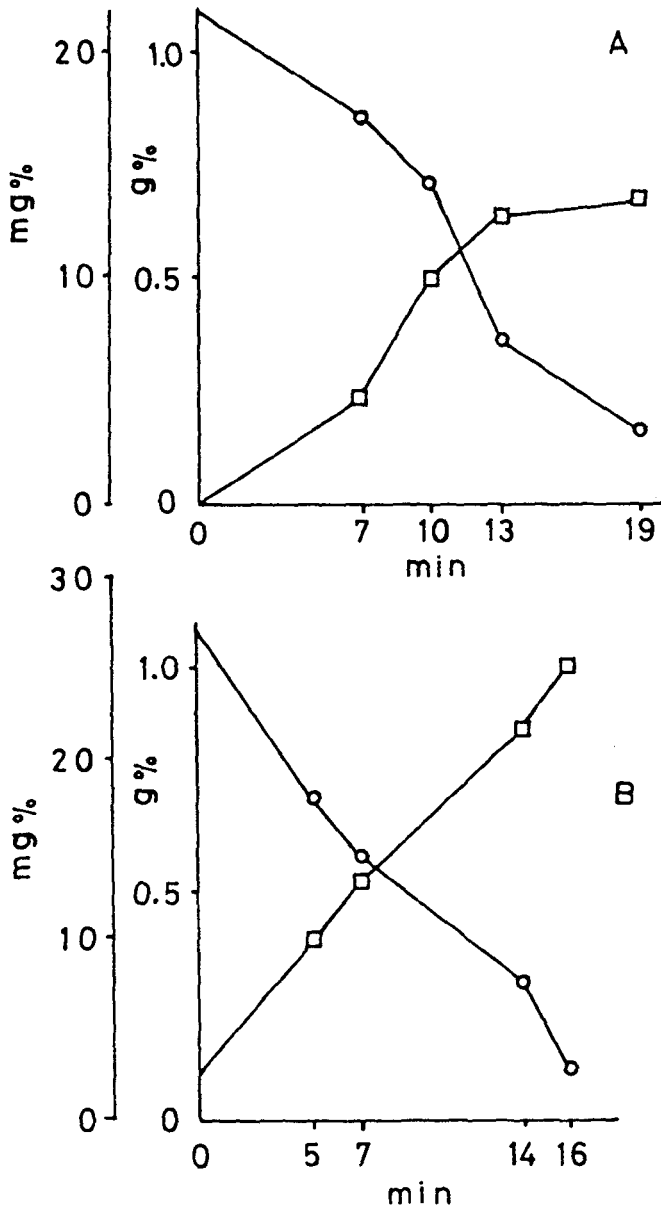


FIGURE 1

Degradation of trigonelline and formation of nicotinic acid during coffee roasting. The samples were roasted at different degrees (times) and analyzed by HPLC according to the method described. (A) Arabica coffee; (B) Robusta Coffee; (o) Trigonelline expressed in g %; (□) Nicotinic acid expressed in mg %

shown to be useful in following the transformation of trigonelline during coffee roasting, and in addition it allowed the simultaneous determination of sucrose (Figure 2).

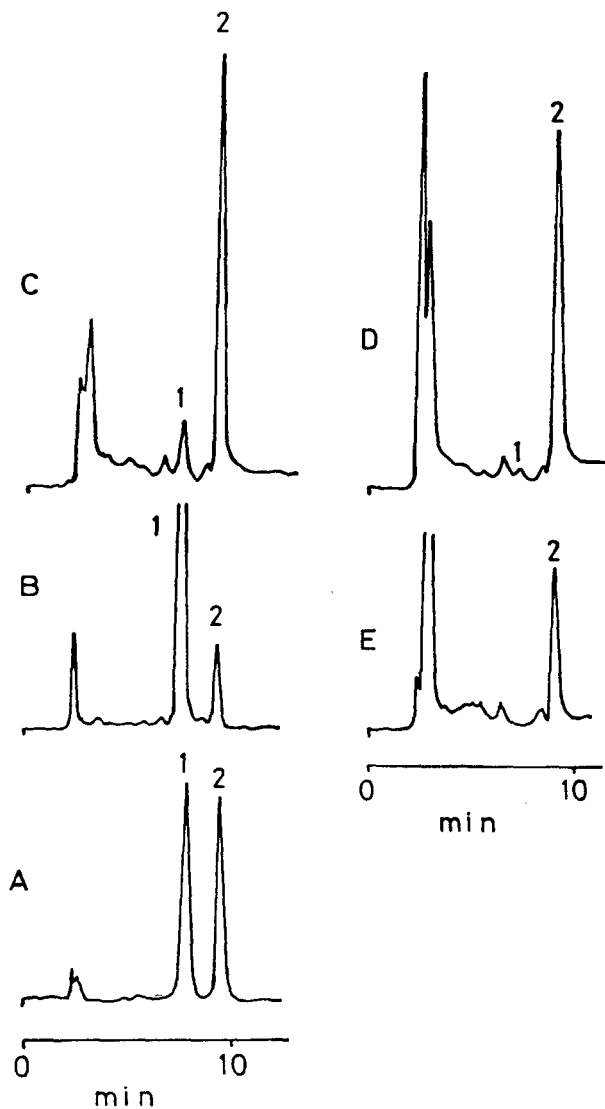


FIGURE 2

Separation of sucrose and trigonelline. Column: Spherisorb amino (250 x 5 mm i.d.); Solvent: acetonitrile/water 80:20, V/V, at 1.5 ml min⁻¹; Detection: mass detector set at attenuation x1, photomultiplier x 2 and evaporation temperature of 60°C. (A) standard solution; (B) green Arabica coffee; (C) light roasted; (D) medium roasted; (E) dark roasted. (1) sucrose; (2) trigonelline

Sucrose

Determination of sucrose was achieved simultaneously with trigonelline by using the mass detector as the detection system. Recovery was examined by four replicate additions of green coffee samples at a level of 50/o of sample weight with results averaging 960/o. Similarly to trigonelline, linearity of the mass detector was only attained above 0.5 mg ml⁻¹ and quantification was then achieved by comparison of peak height values with the calibration curve. Sucrose contents in the green coffees were 8.50/o for Arabica and 7.10/o for Robusta. The Robusta coffee showed a higher sucrose value compared to previous reports (14). This, however, could be interpreted as further evidence of the wide variation that might be expected in the composition of coffee from different origins. Sucrose was rapidly degraded during roasting and the rate of degradation was very similar for both Arabica and Robusta coffee. The light roast produced about 970/o loss, increasing to 990/o in the medium roast and in the dark and very dark roast sucrose eventually disappeared. The occurrence of glucose and fructose (26) and also small amounts of arabinose (5) have been reported in some roasted coffees. Nevertheless, in the present work no other free sugars could be detected and, if they were present, their levels would have been below 0.010/o. Additional data may be found in a previous report (27).

Nicotinic Acid

Nicotinic acid determination in coffee is nutritionally important since it is formed during roasting from trigonelline. Nicotinic acid is present in the coffee beverage as a free vitamin in contrast to cereals and other biological tissues in which it largely appears in the form of niacinamide, as a constituent of the coenzymes niacin-adenine dinucleotide and niacin-adenine dinucleotide phosphate (28). A small amount of nicotinic acid was found in green Robusta coffee (1.9 mg 0/o, dry matter) but it was not quantified in Arabica coffee (i.e. below 0.5 mg 0/o). Nicotinic acid content of roasted coffees was strongly dependent on the degree of roasting, with higher levels being found in the Robusta sample. Trigonelline is extensively degraded during roasting with losses of 20-900/o, depending on the roasting degree. It was determined, however, that only a small fraction is actually converted to nicotinic acid with ranges of conversion of 0.4-1.20/o in the Arabica, and 0.9-2.30/o in the Robusta. The rate of nicotinic acid formation throughout the roasting process was approximately the same for the Robusta coffee, but for the Arabica it increased steadily up to the dark roasting stage and then slowed down (Figure 1). The chromatograms showed very complex patterns, particularly for the roasted samples (Figure 3). Several peaks were detected, some of them increasing and others decreasing on roasting; however, they were not identified in the present work.

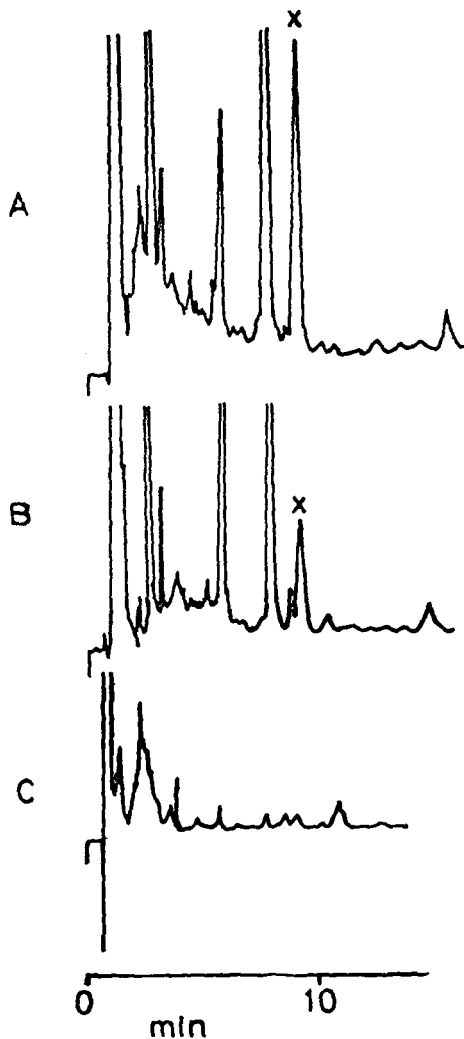


FIGURE 3

Separation of nicotinic acid in roasted coffee. Column: Spherisorb ODS-2 (150 x 5 mm i.d.); Solvent: 0.01 M tripotassium citrate containing 80% methanol, V/V and 0.05 M tetrabutylammonium hydroxide at pH 7; Detection: 254 nm. (A) dark roast; (B) light roast; (C) green Arabica coffee; (x) nicotinic acid

ACKNOWLEDGEMENTS

The sponsorship of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Brazil) and The Committee of Vice-Chancellors and Principals of the Universities of the United Kingdom is acknowledged.

BIBLIOGRAFIA

1. Daws, P. B. Caffeine. *Ann. Rev. Nutr.*, **2**: 323-341, 1982.
2. Goldstein, A., S. Kaizer & C. Warren. Psychotropic effects of caffeine in man. II. Alertness, psychomotor coordination and mood. *J. Pharmacol. Exp. Therap.*, **150**: 146-151, 1965.
3. Moores, R. G. & D. M. Greninger. Determination of trigonelline in coffee. *Anal. Chem.*, **23**: 327-331, 1951.
4. Viani, R. & I. Horman. Thermal behaviour of trigonelline. *J. Food Sci.*, **39**: 1216-1217, 1974.
5. Kröplien, U. Monosaccharides in roasted and instant coffee. *J. Agr. Food Chem.*, **22**: 110-115, 1974.
6. Nakabayashi, T. & C. Watanabe. Chemical studies on the quality of coffee. IV. Formation of brown pigments from chlorogenic acid by roasting. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **24**: 124-129, 1977.
7. Amorim, H. V. & R. V. Josephson. Water-soluble protein and nonprotein components of Brazilian green coffee beans. *J. Food Sci.*, **40**: 1179-1184, 1975.
8. Trugo, L. C. & R. Macrae. An investigation of coffee roasting using high performance gel filtration chromatography. *Food Chem.*, **19**: 1-9, 1986.
9. Trugo, L. C., R. Macrae & J. Dick. Determination of purine alkaloids and trigonelline in instant coffee and other beverages using high performance liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.*, **34**: 300-306, 1983.
10. Trugo, L. C., R. Macrae & N. M. F. Trugo. Determination of nicotinic acid in instant coffee using high performance liquid chromatography. *J. Micronutr. Anal.*, **1**: 55-63, 1985.
11. Levine, J. Determination of caffeine in coffee products, beverages and tablets. *J. Assoc. Offic. Anal. Chemists*, **45**: 254-255, 1962.
12. Newton, J. M. Spectrophotometric determination of caffeine in coffee products: Collaborative study. *J. Assoc. Offic. Anal. Chemists*, **62**: 705-708, 1979.
13. Macrae, R. Recent applications of high-pressure liquid chromatography to food analysis. *J. Food Technol.*, **16**: 1-11, 1981.
14. Clifford, M. N. The composition of green and roasted coffee beans. *Proc. Biochem.*, (May): 13-19, 1975.
15. Merritt, M. C. & B. E. Proctor. Effect of temperature during the roasting cycle on selected components of different types of whole bean coffee. *Food Res.*, **24**: 672-680, 1959.
16. Sivetz, M. & N. Desrosier. *Coffee Technology*. Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc., 1979, p. 121, 171, 250.
17. Nottbohm, F. E. & F. Mayer. Trigonelline content of coffee. *Z. Unters. - Lebensm. Forsch.*, **61**: 429-435, 1931.
18. Huff, J. W. Conversion of trigonelline to nicotinic acid. *J. Biol. Chem.*, **166**: 581-584, 1946.
19. Moores, R. G. & D. M. Greninger. Determination of trigonelline in coffee. *Anal. Chem.*, **23**: 327-331, 1951.
20. Charlesworth, J. M. Evaporative analyser as a mass detector for liquid chromatography. *Anal. Chem.*, **50**: 1414-1420, 1978.
21. Macrae, R. & J. Dick. Analysis of carbohydrates using the mass detector. *J. Chromatogr.*, **210**: 138-145, 1981.
22. Macrae, R., L. C. Trugo & J. Dick. The mass detector: A new detection system for carbohydrate and lipid analysis. *Chromatographia*, **15**: 476-478, 1982.

23. Macrae, R. Light scattering detectors for use with HPLC. *Int. Analyst.*, **1**: 14-26, 1987.
24. Hughes, E. B. & R. F. Smith. The nicotinic acid content of coffee. *J. Soc. Chem. Ind.*, **65**: 284-286, 1946.
25. Baltes, W. Rösteeffekte auf die kaffeezusammensetzung. **8th International Scientific Colloquium on Coffee** (Abidjan). Association Scientifique Internationale du Café (Paris), 1977, p. 85-96.
26. Wolfrom, M. L., R. A. Plunkett, & S. M. Laver. Carbohydrates of the coffee bean. *J. Agr. Food Chem.*, **8**: 58-65, 1960.
27. Trugo, L. C. & R. Macrae. The use of the mass detector for sugar analysis of coffee. **11th International Scientific Colloquium on Coffee** (Togo). Association Scientifique Internationale du Café (Paris), 1980, p. 245-251.
28. Goldsmith, G. A. & O. N. Miller. Niacin. In: *The Vitamins*. P. György & D. Pearson (Eds.). 2nd ed. New York, N. Y., Academic Press Inc., 1967, p. 137-143.

NUEVOS LIBROS

An Introduction to Tropical Food Science. — H. G. Muller. 1a. publicación. Cambridge, Cambridge University Press, December, 1988, x + 316 p. (inglés). ISBN 0 521 33488 8, pasta dura; ISBN 0 521 33686 4, pasta suave. Precio en dólares: \$79.50 y \$29.95, respectivamente.

Este volumen constituye una introducción a la ciencia de alimentos tropicales, y está destinado a dos grupos de personas. Primero, a aquéllos que viven en los trópicos y requieren un libro de texto sencillo, introductorio al tema, ya que la ciencia de alimentos es quizás la ciencia más importante que afecta sus vidas. El segundo grupo consiste de estudiantes, administradores, investigadores e industriales de las zonas templadas cuyo centro de acción sean los problemas de alimentos, pero que no tienen conocimiento directo de los trópicos.

Los primeros seis capítulos conciernen a las fundaciones de la ciencia de alimentos, y que, desde luego, son los mismos en todo el mundo. Los siguientes cinco capítulos constituyen una encuesta de diversos alimentos que se consumen en los trópicos, aun cuando el autor también comenta algunos de los alimentos más importantes que son de consumo común en otros lugares. En los capítulos finales examina los aspectos de preparación y preservación del alimento, su manejo en el hogar y en la fábrica de alimentos. Ya que los métodos descritos son los básicos, cualquier persona cuyas actividades se relacionen con alimentos y nutrición podrá comprenderlos fácilmente.

Las secciones que tratan de la salud e higiene en términos generales, así como con el abastecimiento de agua en particular, se basan en las prácticas utilizadas en los países desarrollados y, por el momento, su aplicación en algunos países tropicales puede ser difícil.

El autor considera que la atención insuficiente a la higiene y la presencia de deficiencias nutricionales se deben principalmente a la falta de conocimientos y a la pobreza. El propósito de este volumen, como el de todos los libros de texto, es enfocar el primer aspecto. El problema de la pobreza debe ser tratado a través de la aplicación de medidas sociales y económicas.

Las personas interesadas en adquirir el libro pueden dirigirse a: Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 2 RU, England.

Health Promotion and Disease Prevention in the Elderly (Aging, Volume 35). — Edited by Ronni Cherhoff and David A. Lipschitz. New York, N. Y., Raven Press, 1988, xii + 204 p. Pasta dura. (Inglés). ISBN 0-88167-390-0. Precio en dólares: \$86.50.

La cambiante demografía de la población de los Estados Unidos de América ha dirigido la atención de los interesados en los programas cuya meta es la atención de la salud, y de los formuladores de políticas en pro de los ancianos. A medida que crece este segmento de población, sus necesidades en el rubro de la salud y sus exigencias hacia el sistema que rige su atención, requieren cambios al respecto. Con base en las tasas actuales de utilización, es evidente que no se dispone de suficientes camas para atender a los pacientes con enfermedades agudas o crónicas. Por consiguiente, una solución parcial al problema sería el hacer hincapié en los programas de promoción de la salud y prevención de enfermedades. Las finalidades primarias de los programas de atención de la salud destinados a las personas de avanzada edad deben ser los de promoción de la salud, control de enfermedades crónicas y retardo de hospitalización o internamiento en una institución.

La Sandoz Nutrition tuvo a bien brindar su generoso apoyo a la Universidad de Arkansas for Medical Sciences, a través de una subvención educacional, para la celebración de la Conferencia titulada "Nutrition and Aging II: Health Promotion and Disease Prevention in the Elderly" que tuvo lugar en Little Rock, Arkansas, los días 10 y 11 de septiembre de 1986.

Los 13 capítulos que integran el volumen de que se trata se basan, precisamente en los trabajos dados a conocer en ese evento, cuya finalidad fue explorar algunas de las investigaciones en marcha y el estado de conocimientos en cuanto a promoción de la salud y prevención de enfermedades. Por lo tanto, los trabajos en cuestión serán de particular interés para geriatras, médicos internistas, médicos generales y nutricionistas.

Creemos que representan los primeros esfuerzos en el desarrollo de iniciativas en pro de programas que sirvan para promover la salud y prevenir las enfermedades de que padece ese sector poblacional en la época de la senectud.

Las personas que deseen adquirir este interesante volumen pueden hacerlo solicitándolo de Raven Press, 1185 Avenue of the Americas, New York, N. Y. 10036, USA, acompañando su cheque por la suma estipulada de \$86.50.

Crecimiento y Desarrollo. Hechos y Tendencias. — Marcos Cusminsky, Elsa M. Moreno y Elbio N. Suárez Ojeda (Editores). Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1988, xix + 628 p. Pasta suave. Precio: US\$14.00 por ejemplar. ISBN 92 75 31510 8 (Publicación Científica de la OPS No. 15).

La Organización Panamericana de la Salud ofrece en esta obra un enfoque actualizado y audaz que incluye los conocimientos más recientes en el campo de crecimiento y desarrollo, con el fin de incorporarlos en la salud pública e interpretarlos en un concepto holístico del proceso de salud-enfermedad.

Incluye información sobre riesgo útil para identificar individuos y grupos vulnerables. También aporta argumentos incontrovertibles sobre los beneficios de la relación madre-hijo mantenida en ambientes naturales, entre los que se contempla la reducción de los costos de atención.

Como bien lo estipula el Prólogo, escrito por el Director de la OPS, Dr. Carlyle Guerra de Macedo, la Organización Panamericana de la Salud ha publicado esta obra "con la esperanza de que, al difundir los hechos e ideas que ella contiene, se promueva el debate sobre la materia y se estimule la investigación sobre crecimiento y desarrollo con miras a lograr una mejor satisfacción de las necesidades de salud de la población."

En verdad, en el libro se destacan aspectos del tema poco abordados, tales como crecimiento intrauterino y su medición y control, y otros hasta el presente poco profundizados o divulgados, tales como los sanitarios, psicológicos y sociales.

La obra está dirigida a profesionales de la salud de nivel medio y alto, en especial investigadores y docentes en este campo, y a los que trabajan en institutos de investigación o en niveles de referencia.

Consta, en esencia, de seis capítulos principales, titulados: I. Aproximación a la Problemática (incluye cuatro contribuciones diferentes). II. Condicionantes Básicos del Crecimiento (15 trabajos). III. Desarrollo Psicosocial del Niño y del Adolescente (siete). IV. Las Sombras que Crecen (dos). V. Las Acciones de Salud (tres). VI. Enseñanza e Investigación (cinco).

El libro se puede obtener dirigiéndose al Servicio Editorial de la OPS y adjuntando un cheque en dólares por la mencionada suma, a la siguiente dirección: Servicio Editorial de la OPS, 525 Twenty-Third Street, N. W., Washington, D. C., 20037, USA.

NOTAS

**FIFTH EUROPEAN CONFERENCE
BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRIES
9-13 October 1989
Gulbenkian Foundation, Lisbon, Portugal**

La Comisión de las Comunidades Europeas (Commission of the European Communities) y las Autoridades Portuguesas serán las que auspicien esta interesante Conferencia, cuyo tema central es "Biomasa para Energía e Industrias."

En base a la importancia del tema y sus posibilidades cada vez mayores de aplicación, las áreas científicas a debatir contemplan: 1. Producción y recolección de biomasa. 2. Procesos bioquímicos de conversión. 3. Conversión a productos industriales y químicos. 4. Procesos termoquímicos de conversión. 5. Producción de biomasa en el contexto europeo. 6. Desarrollo de biomasa y utilización en sistemas no centralizados. 7. Desarrollo y utilización de biomasa en sistemas integrados. 8. Producción, conversión y utilización de biomasa en los países en desarrollo.

**INTERNATIONAL CONGRESS
FERMENTED MILKS: CURRENT RESEARCH
December 14-16, 1989
Palais des Congrès, Paris, France**

La Unión Francesa de Fabricantes de Productos Lácteos Frescos (SYNDIFRAIS) y la Asociación Internacional de Fabricantes de Yogurt están organizando esta Conferencia Internacional, con la finalidad de considerar los conocimientos científicos más recientes relacionados con el yogurt y otras leches fermentadas. Tales productos, como sabemos, están desempeñando un papel de creciente importancia en el consumo de alimentos a nivel mundial.

Por invitación de la Comisión, los especialistas clave en el campo se reunirán, por lo tanto, para examinar este vital asunto.

El Programa Científico es atrayente, ya que incluye la discusión de tres temas principales: 1. Microorganismos de Leches Fermentadas (cultivos termofílicos, cultivos mesofílicos, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, otros microorganismos, y genética). 2. Efectos Nutricionales de las Bacterias de Leches Fermentadas (efectos de las bacterias en la flora intestinal; el yogurt y la respuesta inmune; adherencia, microecología gastrointestinal; cultivos lácticos e intolerancia a la lactosa, y actividad enzimática). Finalmente, 3. Obtención de Vitalidad Óptima y Actividad de la

Microflora en las Leches Fermentadas: Opciones Industriales (contempla la influencia de los tratamientos tecnológicos en los cultivos lácticos; simbiosis bacteriana en el yogurt; requerimientos tecnológicos debido a cultivos vivos; cambios de componentes; biodisponibilidad de minerales y micronutrientes, y por último, adaptabilidad a propósitos nutricionales).

Los idiomas oficiales de la Conferencia serán francés e inglés, y las personas que tengan interés en asistir recibirán información adicional y detallada, solicitándola de: Secrétariat-Syndifrais, 37, rue du Général Foy, 75008 Paris, France.

**FOURTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL REFERENCE MATERIALS**

**Orlando, Florida
February 5-8, 1990**

Este IV Simposio Internacional en Materiales de Referencia sobre Aspectos Biológicos y Ambientales promete ser un importante evento, por lo que desde ya se hace del conocimiento de todos los interesados.

A celebrarse bajo los auspicios de la Secretaría de Agricultura y Secretaría de Comercio, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, y la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de América, representa la continuación de la serie que periódicamente se han venido celebrando al respecto.

Se espera que las actividades a desarrollar durante el mismo amplíen las discusiones del Tercer Simposio, que tuvo lugar en Bavaria en mayo de 1988, y enfoque más específicamente, aspectos de mayor investigación sobre problemas y progreso de los proyectos comentados en el evento anterior.

La meta principal de esta serie de simposios es aunar esfuerzos en la producción, estudio y utilización de estos materiales de referencia, en las esferas analíticas, biológicas, biomédicas, clínicas, ambientales y nutricionales.

Los resúmenes de artículos a presentar como contribuciones en esa oportunidad, deben ser enviados en inglés (3 copias) al Presidente del Comité Organizador, Dr. W. R. Wolf a más tardar el 15 de octubre de 1989.

Mayores referencias al respecto pueden solicitarse del Dr. Wayne R. Wolf, BERM-4, a la siguiente dirección: Office of Standard Reference Materials, B311 Chemistry Building, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899, USA.

INFORMACION PARA LOS AUTORES

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. *Título*

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en

mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. Resumen en el idioma original del artículo

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. Introducción

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. Material y Métodos

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

5. Resultados

Estos se presentarán en lo posible en *Tablas y/o Gráficas* que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados,

incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión \circ/o sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J. M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30

d) De un artículo o capítulo de un autor (es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W. G. & M. Charles. Macaroni production. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S. A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, H.A. & K. Henseleit. Urea formation in animal body. *Z. Physiol. Chem.*, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, 26:5624, 1923).

10. Notas al pie de la página

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. Abreviaturas y siglas

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, *Journal of Nutrition*, *British Journal of Nutrition*). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor (es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US \$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Dr. Jaime Ariza – Presidente
Dr. Eleazar Lara Pantín – Vicepresidente
Prof. Hilda Díaz – Secretaria
Lic. María de los Angeles Díaz – Tesorera
Dr. Sergio Valiente – Presidente saliente
Lic. María Teresa Menchú – Vocal
Dr. José María Bengoa – Vocal
Dr. Helio Vannucchi – Vocal
Dr. José Maguiña – Presidente Capítulo Argentino
(Consejo Directivo 1989–1991)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1991:

Facultad de Ciencias Biosociales y Escuela Graduada de Salud Pública
Universidad de Puerto Rico
Recinto de Ciencias Médicas
G.P.O. Box 2156
San Juan, Puerto Rico 00936

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez
Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. Claudia de Grüner

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1989–1991

Dr. Héctor Araya	Lic. Luis García
Dra. Julia Araya	Lic. Carolina de Godínez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Werner G. Jaffé
Lic. Adriana Blanco	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. José Belizán	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Héctor Bourges	Dr. Leonardo Mata
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Josefina Morales
Dr. José Félix Chávez	Dra. Nelly Pak
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dra. Martha Pabón de Rozo
Dr. Hernán Delgado	Dr. Nelson de Souza
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Sergio Valiente
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Emilio Vargas
Ing. Arnoldo García	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Body weight of Pakistani infants reared on different feeding habits. — <i>Saeed Ahmad Nagra</i>	9
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Indice de calidad nutricional por volumen (ICNV): Un nuevo indicador para evaluar la calidad nutricional de preparaciones y dietas. — <i>Héctor Araya, Gloria Vera, Manuel Ruz y Nelly Pak</i>	17
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Carbohydrates and protein. — <i>Félix G.R. Reyes, Antonio M. Iguti and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	27
Comparative study of maize cultivars 30 days after pollination (30 DAP): Characterization of starch. — <i>Félix G. R. Reyes, Cecilia H. Goia and Valdemiro C. Sgarbieri</i>	36
BACTERIOLOGIA DE ALIMENTOS	
Calidad microbiológica de los helados de crema elaborados en Caracas, Venezuela. — <i>Lola Szwarcbort de Tamsut y Carmen Elena Garcia</i>	46
NUTRICION ANIMAL	
Efecto de diversos recursos energéticos sobre el proceso de fermentación del calostro bovino. — <i>Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Esther Ortega Cerrilla, Humberto Troncoso A. y Suzette Silveira F.</i>	57
LATINFOODS — COMPOSICION DE ALIMENTOS	
Application of high performance liquid chromatography to the analysis of some non-volatile coffee components. — <i>Luiz C. Trugo and Robert Macrae</i>	96
NUEVOS LIBROS	109
NOTAS	113
INFORMACION PARA LOS AUTORES	115