

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

SEPTIEMBRE, 1987

No. 1

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*).

El precio de la suscripción es de US\$ 40.00 (4 números), incluyendo gastos de correo.

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*).

The subscription is US\$ 40.00 per yearly volume (4 issues), including mailing costs.

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.

Productos de distinción para la alimentación infantil

Wyeth*

FORMULA S-26*

La primera fórmula infantil en ofrecer proteína
en la que predomina la lactalbúmina
Y la proporción proteica fisiológica de la leche materna.

Wyeth*

SMA*

Nutrición equilibrada administrada a millones de lactantes
Fortificada con vitaminas y minerales esenciales.

**La elección lógica
en más de 100 países en todo el mundo**



A la vanguardia en el campo de la nutrición infantil

La leche materna es la mejor para el bebé. El objetivo de la fórmula para la alimentación infantil es el de reemplazar o complementar la leche materna cuando la crianza al pecho no es posible o resulta insuficiente o bien cuando la madre decide no amamantar.

La buena nutrición de la madre es importante para poder establecer y mantener la alimentación al pecho. El uso parcial prolongado o extenso de fórmulas para la alimentación infantil antes de haberse establecido firmemente la crianza al pecho puede dificultar el mantenimiento de la misma. Podría resultar difícil establecer posteriormente la alimentación al pecho si ésta no se emplea desde el principio.

En asuntos relacionados con la alimentación infantil deben seguirse los consejos del profesional respectivo. La fórmula para la alimentación infantil debe ser preparada y usada según indican las instrucciones. El uso innecesario o incorrecto de la fórmula para la alimentación infantil puede crear riesgos para la salud. Deben tenerse presentes las consideraciones sociales y económicas al decidir qué tipo de alimentación habrá de utilizarse.

Wyeth International Limited, Philadelphia, PA 19101 U.S.A.

* marca registrada

Copies of articles from this publication are now available from the UMI Article Clearinghouse.

For more information about the Clearinghouse, please fill out and mail back the coupon below.

UMI Article Clearinghouse

Yes! I would like to know more about UMI Article Clearinghouse.

I am interested in electronic ordering through the following system(s):

- DIALOG/Dialorder ITT Dialcom
 OnTyme OCLC ILL Subsystem
 Other (please specify) _____
 I am interested in sending my order by mail.
 Please send me your current catalog and user instructions for the system(s) I checked above.

Name _____

Title _____

Institution/Company _____

Department _____

Address _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone (_____) _____

Mail to: University Microfilms International
300 North Zeeb Road, Box 91 Ann Arbor, MI 48106

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

SEPTIEMBRE, 1987

No. 3

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	414
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Preschool child feeding, health and nutritional status in Gualaceo, Ecuador. — <i>Rachel Novotny</i>	417
Niveles séricos y excreción urinaria de magnesio en la gestación. Influencia de la ingesta láctea. — <i>María Salinas, María Eugenia Martínez, Pilar Catalán, Elisa Sánchez Casas, Elisa Herrero y Pilar Navarro</i>	444
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> Benth) en la alimen- tación humana. III. El valor energético de la harina de chiga. — <i>Jinny Emily Sánchez R., José A. Barreiro M. y Odoardo Brito Arreaza</i>	454
Utilización del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) en fórmulas no lácteas. II. Ba- lance de nitrógeno en niños con intolerancia a lactosa, alimentados con una fórmula a base de garbanzo y un producto comercial de soya. — <i>Angela Sotelo, Miguel Hernández, Jorge Larracilla, Marta Lucía Arenas y Estela Palapa</i>	468
Development and evaluation of a low-cost amaranth (<i>Amaranthus cruentus</i>) containing food for preschool children. — <i>F.R. del Valle, A. Sánchez- Marroquín, M. Escobedo, R. Avitia, H. Bourges, S. Maya, M. Vega and R. Becker</i>	480
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Modelo para la extrusión de mezclas maíz:soja (70:30). — <i>María V. Gonzalo de Gutiérrez y Marta H. Gómez</i>	494

Evaluación nutricional y de estabilidad durante el almacenamiento de mezclas extruidas, con sorgo. — <i>Rubén R. Gutiérrez, Margarita A. de Romano y Martha H. Gómez</i>	503
Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.). II. Composición química y calidad biológica de panes elaborados con mezclas de las mismas. — <i>Ana María Estévez A., Fernando Figuerola R., Magaly Vásquez D., Elena Castillo V. y Enrique Yáñez</i>	515
Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped <i>A. caudatus</i> — <i>R. Bressani, L. Sumar-Kalinowski, M.A. Ortiz and L.G. Elías</i>	525
Formulación, elaboración y evaluación de galletas de masa corta, laminadas y cortadas, para diabéticos. — <i>Emma Wittig de Penna, Virginia Araya, Miguel Craddock, Antonio Arteaga y Elena Carrasco</i>	532
Efectos del tratamiento con polivinilpirrolidona (PVP) sobre la calidad nutricional del sorgo. — <i>Sara I.L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Norma G. de Lúquez, José Cid y Silvia Fernández</i>	547
Utilización del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) en fórmulas no lácteas. I. Composición química y calidad nutritiva del garbanzo y su comparación con fórmulas infantiles comerciales. — <i>Angela Sotelo, Marta Lucía Arenas y Miguel Hernández</i>	551
Elaboración y evaluación de porciones de pescado a partir de especies integrantes de la fauna de acompañamiento del camarón. — <i>Johnny Acosta y Rafael Antonio Bello</i>	560
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
Efectos de algunas variables de extrusión sobre la harina de maíz. — <i>Rolando José González, Dardo Mario de Greef, Roberto Luis Torres y Norma Alicia Gordo</i>	578
NUEVOS LIBROS	593
OTRAS PUBLICACIONES	597
NOTAS	599
INFORMACION PARA LOS AUTORES	601

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

SEPTEMBER, 1987

No. 3

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	414
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Preschool child feeding, health and nutritional status in Gualaceo, Ecuador. — <i>Rachel Novotny</i>	417
Serum magnesium levels and urinary excretion in pregnancy. Influence of milk intake. — <i>María Salinas, María Eugenia Martínez, Pilar Catalán,</i> <i>Elisa Sánchez Casas, Elisa Herrero and Pilar Navarro</i>	444
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Utilization of chigo (<i>Campsiandra comosa</i> Benth) seeds as human food. III Energetic value of chiga flour. — <i>Jinny Emily Sánchez R., José A. Ba-</i> <i>rreiro M. and Odoardo Brito Arreaza</i>	454
Use of chick-pea (<i>Cicer arietinum</i> L.) in non-diary formulas. II. Nitrogen balance in children with intolerance to lactose, fed with a formula based on chick-pea and a commercial soy product. — <i>Angela Sotelo,</i> <i>Miguel Hernández, Jorge Larracilla, Marta Lucía Arenas and Estela</i> <i>Palapa</i>	468
Development and evaluation of a low-cost amaranth (<i>Amaranthus cruentus</i>) containing food for preschool children. — <i>F.R. del Valle, A. Sánchez-</i> <i>Marroquín, M. Escobedo, R. Avitia, H. Bourges, S. Maya, M. Vega and</i> <i>R. Becker</i>	480
FOOD SCIENCE	
A model for extrusion of corn-soy blend (70:30). — <i>María V. Gonzalo de</i> <i>Gutiérrez and Marta H. Gómez</i>	494

Nutritional and storage stability evaluations of sorghum-extruded blends. — <i>Rubén R. Gutiérrez, Margarita A. de Romano and Marta H. Gómez</i>	503
Supplement of wheat flour with chick-pea flour. II. Chemical composition and biological quality of breads made with blends of same. — <i>Ana María Estévez A., Fernando Figuerola R., Magaly Vásquez D., Elena Castillo V. and Enrique Yáñez</i>	515
Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped <i>A. caudatus</i> . — <i>R. Bressani, L. Sumar-Kalinowski, M.A. Ortiz and L.G. Elías</i>	525
Formulation, preparation and evaluation of laminated and cut cookies, for diabetics. — <i>Emma Wittig de Penna, Virginia Araya, Miguel Craddock, Antonio Arteaga and Elena Carrasco</i>	532
Effect of the treatment with polyvinylpyrrolidone (PVP) on the sorghum's nutritional quality. — <i>Sara I.L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Norma G. de Lúquez, José Cid and Silvia Fernández</i>	547
Use of chick-pea (<i>Cicer arietinum</i> L.) in non-dairy formulas. I. Chemical composition and nutritive quality of chick-pea and its comparison with commercial infant formulas. — <i>Angela Sotelo, Marta Lucía Arenas and Miguel Henández</i>	551
Preparation and evaluation of shrimp by-catch fish portions. — <i>Johnny Acosta and Rafael Antonio Bello</i>	560
FOOD TECHNOLOGY	
Effects for some extrusion variables on corn flour properties. — <i>Rolando José González, Dardo Mario de Greef, Roberto Luis Torres and Norma Alicia Gordo</i>	578
NEW BOOKS	593
OTHER PUBLICATIONS	597
NOTES	599
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	601

EDITORIAL

Uno de los rubros de investigación que ha cobrado creciente importancia en América Latina y posiblemente en otras regiones del mundo desde hace unos 10 años aproximadamente, es la adquisición de conocimientos sobre nuevos recursos, los que en verdad, constituyen la mayor parte del reino vegetal. Esta aseveración es factible de comprobar si se revisan los volúmenes de Archivos Latinoamericanos de Nutrición publicados durante ese período. Sin embargo, los artículos dados a conocer en ALAN son tan sólo una mínima parte de todo lo que estamos seguros se publica a nivel local en otras revistas, sin contar todos aquellos trabajos que quedan sin salir a luz, diseminados en los archivos de diversos Centros de Investigación así como en las Universidades de América Latina.

La motivación que justifica estas investigaciones generalmente es el problema nutricional que existe en nuestros países. En otros casos, es su uso como materia prima que podría ser utilizada en la manufactura de productos industriales, ya sea con fines de exportación o para su empleo en otros sistemas de producción.

La mayoría de esos nuevos recursos no son nuevos en realidad, ya que en una forma u otra fueron explotados o utilizados por las poblaciones del pasado. Hoy día, con los nuevos conocimientos y el surgimiento de mayores necesidades, se les está examinando con propósitos de utilización. Los resultados iniciales sugieren que estos nuevos recursos pueden ofrecer substancias que permiten su apropiada utilización, ya sea como nutrientes o como compuestos químicos. Por consiguiente, son fuentes de gran potencial económico que deben ser explotadas en nuestro beneficio. No obstante, lo que se sabe de estos nuevos recursos es casi propiedad exclusiva del investigador, tal vez de la institución donde se realizan las investigaciones y de algunas otras personas más, . . . y ahí termina la novedad al respecto!

Consideramos que si en verdad estos nuevos productos son fuentes de potencial económico, es necesario desarrollar y aplicar un plan de acción para que los mismos puedan cumplir el potencial económico que conllevan.

Ese plan debe iniciarse con una verdadera difusión de información tanto a nivel científico como a nivel popular y, a la vez, esa divulgación debe ser de índole nacional y regional. En ambos casos, el propósito que se persigue es promover el interés en otros grupos a fin de que complementen y mejoren la información existente al respecto. Una segunda etapa de

de este plan de acción es que dicho acopio de información llegue a ser del conocimiento de los Gobiernos y de la iniciativa privada, no en el sentido de que ésta pueda ser tema de conversación en reuniones sociales, sino más bien para que ellos se interesen, en un caso, en fomentar, y en arriesgarse a utilizarlos, en el otro. Esto último requiere que otros grupos o disciplinas conozcan también la información, para así ir integrando poco a poco la cadena que eventualmente llevará el nuevo recurso al punto originalmente deseado, esto es, al inicio de investigaciones sobre su potencial. Esta asociación e integración de grupos y de disciplinas es lo más importante en los lineamientos esbozados, y hay que reconocerlo, difícil de lograr, ya que rara vez existe en lo que actualmente se produce y utiliza. Además, este enfoque puede servir al iniciador de la información sobre el nuevo recurso, a considerar nuevos aspectos para ir construyendo los elementos que eventualmente lleven el producto a su plena utilización.

Por consiguiente, en el caso de los nuevos recursos, es muy importante difundir ampliamente la información disponible, y consolidar grupos de interés a todo nivel, si es que se desea ver estos nuevos productos en los mercados.

*Ricardo Bressani
Editor General*

TRABAJOS DE INVESTIGACION

PRESCHOOL CHILD FEEDING, HEALTH AND NUTRITIONAL STATUS IN GUALACEO, ECUADOR

*Rachel Novotny*¹

CARE-Dominicana
Santo Domingo, Dominican Republic

SUMMARY

Anthropologic, survey, dietary recall and anthropometric techniques were used to study the correlates of nutritional status of preschool children under five years of age in Gualaceo Ecuador. A widespread stunting was found among the children. Nutritional status was worst among infants comprised between 12 and 23 months old but it improved between April and August, thus suggesting seasonality changes of nutritional status.

The correlates of nutritional status (expressed as Z score of weight-for-age) were dietary diversity, birth-spacing, fertility, migration, household income, material goods owned, and parental education. A regression model with these variables predicted 63% of the variability in weight-for-age. The prediction of height-for-age was similar, but only predicted 43% of the variability in height-for-age. Correlates of dietary diversity, birth-spacing, fertility, and migration were child age, maternal age and arm circumference, parental education, use of birth control, household food expenditure, material goods owned, and the raising of animals. Parental education was a correlate of dietary diversity, fertility and migration. Parental education was related to change in weight-for-age in the longitudinal subset.

Pre-harvest time and a pathway of illness leading to decreased dietary diversity and to decreased nutritional status in April, were suggested as important to preschool child nutritional status. Hot-cold ideology—resulting in food withdrawal during illness and restriction of high-protein and high-calorie foods—appears to be an important mechanism determining preschool child nutritional status. Breast-feeding, sanitary, higienic, birth control, and drinking (alcohol) practices were suggested as areas that could be improved, in order to improve preschool child nutritional status. Communication between parents and western health care providers was also suggested as an area for improvement.

Manuscrito modificado recibido: 19-5-87.

¹ Director, CARE-Dominicana, Barahona Sub-Office, P. O. Box 1411, Santo Domingo, Dominican Republic.

INTRODUCTION

Preschool children are at high risk of undernutrition, morbidity and mortality in developing countries due to rapid growth and considering that this is a period of chemical maturation, including immunologic maturation (1-3). Furthermore, undernutrition, morbidity and mortality are inter-related (4-6).

Many factors are known to be associated with each of these outcomes: age, sex, some feeding and health practices, and some maternal and community variables. All, however, are culture-specific in their relative importance. Pelto wrote (7):

“The extent to which economic factors, household characteristics, the individual’s beliefs, goals, desires, and values, and psycho-biological characteristics affect decisions about infant feeding is amenable to empirical investigation. Since the relative importance of these characteristics is likely to be different in different environments, future research must be cross-cultural and must be carried out in different regions and cultural conditions. This does not mean that research on infant feeding has to be undertaken in every community on the face of the earth before we can have a better understanding of the contemporary situation. But it does mean that we must be careful not to assume that the picture is the same in all urban centers of the industrialized world, or that we can easily extrapolate findings from a rural Asian community to a plantation in Guatemala.”

The conceptual hypothesis of this paper is that *culture-specific* feeding and health practices are important factors in determining preschool child nutritional status (PCNS), (8, 9). It is proposed that these practices can be better identified and measured by a multi-disciplinary methodology utilizing ethnography, survey research techniques, anthropometry, and dietary recall methods from nutritional sciences.

The conceptual framework of this communication reflects a research approach that anthropologists would call “cultural ecology” (7,10). That is, that both the environment and culture are seen as contributors to foods, diet and nutritional status. A nutritionist might call this framework a nutritional ecosystem (11). With this general framework, variables that are associated with PCNS will be organized into categories of household, mother and child. This is for illustration purposes only, because, clearly, these variables overlap categories in places.

Understanding the mechanism involved in determining PCNS is essential for intervention to improve PCNS. For example, a recent review of preschool feeding intervention programs by Beaton and Ghassemi (12) shows that in six- to 24-months-old children, the critical period of weaning and introduction of complementary foods, show no improvement in growth from intervention of supplementary feeding. The authors conclude that this is due to cultural variation in maternal beliefs and attitudes resulting in culturally-distinct feeding practices, and that the intervention must, therefore, be culturally-tailored.

Freedman (13) notes that, whatever the cause of a nutritional problem, the solution will almost always require modification of a cultural habit,

and that the nutritional anthropologist (or anthropologic nutritionist) can suggest an intervention that will be met with the least resistance.

Thus, lack of understanding of cultural variations may be the principal reason for many unsuccessful interventions (10, 12-15).

The objective of the study detailed in this paper was to identify culture-specific feeding and health factors associated with preschool child nutritional status in one community of Ecuador (Gualaceo, Azuay), using a combined methodology drawn from ethnography, survey research techniques, anthropometry, and dietary recall. Secondary objectives were to identify the relative importance of identified factors and the mechanisms responsible for their association.

MATERIALS AND METHODS

This study was designed within the context of a larger project, "The Sex Ratio in Ecuador: Cultural Management and Cultural Change", designed and implemented by Dr. Lauris McKee. Gualaceo was the community selected to represent southern Ecuador and, presumably, a high sex-mortality ratio (number of girls dying per number of boys) as was seen in provincial census data from 1974.

Gualaceo is located at 2,200 meters above sea level, an altitude not believed to affect growth (16), and it had an estimated population for 1983, of 5,700 persons (17). It is the county seat of the county of Gualaceo, with a mean annual temperature of 17°C, and a mean annual rainfall of 670 mm. The seasons are not marked, but generally, more rain falls between October and April. Staple crops are corn, beans, sugar cane and fruit. Pigs and chickens are the main animals raised for food.

Gualaceo is a craft community, with hand shoe-making the primary occupation and the most economically-rewarding. Twenty years earlier there was still a great deal of subsistence agriculture being practiced in Gualaceo (18, 19). But mining and hydro-electric power plant construction have changed Gualaceo from subsistence agriculture to a cash economy. In 1984, only 14% of the households grew a crop (this study, research 1983-1984).

With these changes have come fewer extended family households and less adherence to traditional practices. Nevertheless, 20 years is, historically, a short time. Thus, there is a blend of traditional and modern ideas relevant to PCNS.

Combining needs of the two studies, 100 households were randomly selected for survey, anthropometry and dietary recall from which the first 12 households were selected for ethnographic study with both a male and female child aged 12 to 60 months (ten households), or a child less than 12 months (two households, one male and one female).

Families that participated in ethnographic study were compensated with 800 Sucres (U.S.\$ 10.00); this was an incentive for most of them. One family refused to cooperate and one was a migrant-working family which was logistically impossible to study.

Households selected for ethnographic study were visited for 30 hours, or 15 hours where there was only an infant, from September 1983 to July 1984. Visits were roughly scheduled so as not to change the household

routine activities. Generally, the observer sat where the children and/or mother were located, accompanying them to do laundry at the river, harvest corn in the field, etc. Questions were asked as they arose from observed behavior, or as seemed appropriate. The observer tried to respond ambiguously to maternal questions about preschool child health and nutritional status until after the ethnography and survey studies were complete, so as not to bias maternal responses. The observer was careful to observe as many meals as possible but did not partake. Topics covered in the ethnographic study included beliefs and practices concerning child development, diet, sex differences, pregnancy, delivery and post-partum treatment of the neonate, family structure, economic information, health and illness and socialization.

Questions relating to preschool child feeding, health and nutritional status, and maternal beliefs and attitudes were added to the survey questionnaire, as suggested by ethnographic visitation.

The survey and anthropometry were performed from April to August 1984. Dr. McKee's pretested survey questionnaire was conducted first by personal interview, followed (at the same visit) by this study's questionnaire (pretested after including questions elicited by ethnographic study) and anthropometry performed by standard procedures (arm circumference of mothers and weight and height or length for children). Weight was measured on a CMS hanging scale in duplicate to the nearest 100 g, and height/length was measured in duplicate to the nearest millimeter on a wooden length board with a moveable head/foot piece. Children under 24 months were measured horizontally (i.e. length). Arm circumference was measured with a Singer flexible fiberglass tape measure in duplicate to the nearest 0.1 cm. The same assistant (R.W.D.) was used for all measures. One hundred households with 146 children were studied, and repeat anthropometric measures were done in August on the first 22 children, to see if anthropometry had changed notably with season.

The combined ethnographic and survey methodology has many advantages. The ethnography, the description and analysis of a particular group of people (20), provides in-depth exploration into cultural practices that affect PCNS, and the survey tests, the resulting hypotheses on a randomly-selected group. Variables selected before the ethnography (or usually, before arriving at the study site) may not include a vital component to that time and place. The ethnography, thus, suggests new hypotheses and prioritizes old ones. Furthermore, the ethnography suggests culturally-appropriate ways of asking questions. A trained observer from another culture has a unique opportunity to be *more* objective than a member of the culture can be. Such a methodology has the additional advantage over traditional survey methodology of providing clues about mechanisms for the associations discovered.

Of 146 children in 100 households, descriptive data were complete on 144 children, and anthropometric data, on 142 children. Thus, 142 children were used for analytic purposes. The responses "I don't know" and "sometimes" were treated as missing values in analysis.

A variable, consensual union, was created from the maternal civil status variable because ethnographic experience suggested that the parents being together was more important than formal marriage. Thus, "married"

and "free union" responses became "yes", and "single", "separated" and "divorced" became "no".

A square root transformation of the household income variable was created because income values were skewed upwards. This transformed variable was used in multivariate analyses.

As both father's and mother's education have previously been found important to PCNS, parental education (the sum of years of mother's and father's education) was used to describe educational level. Paternal education was used as given by maternal recall, even when parents were not in union.

The dietary diversity variable was created by summing every different food item consumed in the previous 24 hours, taken from the 24-hour dietary recall. Breast-feeding was treated as one food item. Only children older than 12 months were considered.

Per cent of the fiftieth percentile of the WHO standard (21) was calculated for weight-for-age, height-for-age and weight-for-height. Z scores were calculated also according to the WHO standards (22) using the median and one standard deviation above or below the median where $Z = (x - \text{median})/\text{standard deviation}$. These reference data were taken from the National Center for Health Statistics data (NCHS), (23). The calculations were accomplished using the IBM mainframe facilities at Cornell University.

Z scores for weight-for-age and height-for-age were used as the dependent variable in order to control for the variability in growth by age and sex. Using a Z score requires the assumption that the growth pattern is similar for all children. Z scores were chosen rather than per cents of a standard value or percentiles because they are easier to interpret and because this is a standard analytic procedure (24). Weight-for-age and height-for-age were chosen because they were found to be the most powerful measures from the available literature (25,26). Furthermore, weight-for-age gives a picture of the composite effect of nutritional wasting and stunting – the primary concern for this paper – and height-for-age reflects stunting, which is particularly prevalent in this area of the world (16,25).

RESULTS

Demographic Characteristics

Mean household size was five \pm two persons. Eighty-nine per cent of the mothers were married, and 79% were living with their husbands, at least on occasion ($n = 98$). Twenty per cent of households had experienced a previous preschool child death ($n = 94$). Women reported that their husbands drank regularly in 14% of households ($n = 98$).

Mothers were 28 \pm seven years old at the time of the interview: median age was 27 years ($n = 97$). The youngest mother was 13 and the oldest 45. Mothers had had 3.1 \pm 2.0 children; the median was three children. Values ranged from zero to 12. The mean space between births was 29.7 \pm 16.2 months (including still births and miscarriages): the median was 26 months. The shortest birth space was 11 months: seven

women had children more than seven years apart: these were excluded from the mean. The mean per cent of standard arm circumference was 100 (27); the range was 79 to 117^o/o (n = 96). Nine per cent of women were pregnant at the time of the survey: 46^o/o had used birth control.

Mean paternal education was nine \pm five years; the median was six years (n = 93). Mean maternal education was seven \pm four years; the median was six years (n = 97).

Mean paternal income was 2,810 \pm 4,590 sucres/week (US\$31.00); the median was 2000 sucres/week (n = 89). Mean household income was 3,760 \pm 5,196 sucres/week (US\$42.00), and the median was 2,300 sucres/week (n = 94).

Forty-eight per cent of fathers were employed making handmade shoes, 21^o/o as civil servants and 12^o/o as drivers (bus, taxi, etc.); no woman considered her partner unemployed. Forty-two per cent of mothers considered themselves housewives, 17^o/o made hand-made shoes, 15^o/o were civil servants, and 12^o/o worked in other crafts. Twenty-one per cent of mothers worked away from their children. Fourteen per cent of households grew a crop and 18^o/o raised at least one animal.

Feeding Practices

Children are breast-fed for about 10 months (mean age of weaning, 10 \pm seven months, n = 109); the median was 10. Bottle-feeding was generally introduced within the first six months (80^o/o, 10 children were zero to six months old). Children began eating complementary food at a mean of five \pm four months (n = 128). Complementary foods were eaten regularly at a mean of 11 \pm seven months (n = 111). "Hot" foods (e.g. pork, beans, hen, chocolate, guinea pig) were introduced at a mean of 16 \pm 10 months (n = 97).

Dietary diversity scores (children 12 months or older) ranged from two to 16 (mean = seven \pm three, n = 118). The mean number of servings of breads and cereals per day was three \pm two (four recommended), (28), two \pm two of milk and milk products (two recommended), one \pm one of meat (two recommended) and two \pm two of fruit and vegetables (four recommended, n = 118).

Health

Twenty-nine per cent of children were ill at the time of the survey (n = 133); they had been ill for a mean of eight \pm 11 days (n = 30). Seventy-three per cent were attended by a private physician when ill (n = 143), and 52^o/o of children that had begun eating food, were not fed when ill (n = 134). Forty-four per cent of children with teeth had dental caries (n = 118). Four percent of them had geophagia. On the average, all were given a purgative every 10 \pm nine months (n = 69).

Nutritional Status

The mean height-for-age was -1.45 ± 1.2 SD, weight-for-age was -0.90 ± 1.0 SD, and weight-for-height was 0.04 ± 0.7 SD (Table 1). When examined by age, the 12-24-month period is the lowest for all three

TABLE 1
 ANTHROPOMETRY BY AGE AND SEX
 PER CENT OF STANDARD* AND Z SCORE**
 GUALACEO, ECUADOR

Measure and age (mo)	Male and female	
	Mean \pm SD	
	% (N)	Z (N)
Weight-for-age		
0-11	93 \pm 11 (24)	-0.63 \pm 0.9 (24)
12-23	86 \pm 11 (28)	-1.33 \pm 1.1 (28)
24-35	93 \pm 11 (34)	-0.75 \pm 1.0 (34)
36-47	91 \pm 10 (26)	-0.80 \pm 0.9 (26)
48-59	90 \pm 12 (30)	-0.97 \pm 1.0 (30)
0-59	91 \pm 11 (142)	-0.90 \pm 1.0 (142)
Weight-for-age		
0-11	97 \pm 4 (24)	-0.90 \pm 0.9 (24)
12-23	93 \pm 4 (28)	-1.94 \pm 1.2 (28)
24-35	95 \pm 5 (34)	-1.27 \pm 1.3 (34)
36-47	94 \pm 5 (26)	-1.63 \pm 1.3 (26)
48-59	94 \pm 5 (30)	-1.50 \pm 1.1 (30)
0-59	94 \pm 5 (142)	-1.45 \pm 1.2 (142)
Weight-for-age		
0-11	102 \pm 9 (24)	0.12 \pm 0.8 (24)
12-23	98 \pm 7 (28)	-0.24 \pm 0.8 (28)
24-35	102 \pm 8 (34)	-0.08 \pm 0.7 (34)
36-47	104 \pm 6 (26)	0.29 \pm 0.5 (26)
48-59	100 \pm 7 (30)	-0.03 \pm 0.7 (30)
0-59	101 \pm 7 (142)	0.04 \pm 0.7 (142)

* (21)

** (22)

measures, whereas the first year is the highest. There were no sex differences found in anthropometric measures, and the values were normally distributed. As Table 2 shows, the weight-for-age of children in the longitudinal subset improved between April and August. This group was significantly lower in April and August than the survey group as a whole, which was measured between April and August ($t = -2.1$ and -2.2 , $p < 0.05$). Children who decreased in weight-for-age differed from those that did not only in parental education ($t = 2.12$, $p < 0.05$).

The severely undernourished ($< 80\%$ weight-for-age) were compared to the rest of the group for various parameters. Undernourished children were from households with lower income, parental education, food expenditures, and fewer material goods. Their mothers had more children,

TABLE 2

ANTHROPOMETRY OF
CHILDREN IN THE LONGITUDINAL SUBSET,
PER CENT OF STANDARD AND Z SCORE VALUES
GUALACEO, ECUADOR

Measure	First measure (April) Mean \pm SD (N)	Second measure (August) Mean \pm SD (N)
o/o weight-for-age	87 \pm 8 (22)* ⁺	89 \pm 8 (20)
o/o weight-for-age	92 \pm 4 (20)	92 \pm 5 (20)
o/o weight-for-height	101 \pm 5 (20)	102 \pm 5 (20)
Z weight-for-age	- 1.3 \pm 0.8 (22)**, ⁺	- 1.1 \pm 0.8 (20)
Z weight-for-age	- 2.1 \pm 1.1 (20)	- 2.0 \pm 1.2 (20)
Z weight-for-height	0.0 \pm 0.6 (20)	0.1 \pm 0.5 (20)

* $p = 0.03$, $t = -2.33$, significantly different from second measure.

** $p = 0.03$, $t = -2.36$, significantly different from second measure.

⁺ $p < 0.05$, $t = -2.13$, significantly different from survey group, Table 1.

⁺⁺ $p < 0.05$, $t = -2.18$, significantly different from survey group, Table 1.

closer together, as illustrated in Table 3, and, their diets were less diverse.

Household Sketch

The following household sketch, as taken from ethnographic visitation, is presented to give the reader a more vivid impression of the reality of life of the study participants. The account gives appreciation for the complexity of the measures used in statistical analyses, for how important beliefs are in determining practices, and for the important role that ethnographic work can play in elucidating the mechanism of association of significant survey variables. Clearly no one family will include all relationships suggested by analysis of 146 children, but it is intended as a case study. Names have been changed to protect the privacy of the participants.

Yanza Tacuri

Rosa Tacuri and Fernando Yanza live on one of the main cobblestone streets, about eight blocks from the center of town. They rent three rooms in a house, one of which has a large door into the street that they use as a store front. Fernando works there making shoes. He works for himself and usually makes children's shoes; he also was trying belt-making while I was visiting, because shoes weren't selling well (this was in February and March). When he has made a quantity, he takes them to Cuenca or Guayaquil to sell them. Fernando said he does all kind of things to earn money: carpentry, help in a mechanic shop, etc. He estimated that he earns 1,750 sucres a week (US\$19.40) but he spent 2,000 on food

TABLE 3
FACTORS RELATED TO LOW WEIGHT-FOR-AGE
INDEPENDENT SAMPLES t-TEST
GUALACEO, ECUADOR

Variable	Mean \pm SD		t
	(N = 26) < 80 ^o /o W/A*	(N = 116) > 80 ^o /o W/A*	
Household			
Household income (square root of)	43.6 \pm 14.6	59.9 \pm 34.5	3.59**
Parental education (years)	12.2 \pm 6.1	17.6 \pm 8.9	3.56**
Household food expenditure (sucres/week)	418.8 \pm 548.5	1824.3 \pm 752.9	2.49**
Material goods owned (0-5)	1.3 \pm 1.1	1.9 \pm 1.4	2.05**
Maternal			
Birth-spacing (months)	21.8 \pm 9.2	31.4 \pm 17.1	3.06**
Fertility	4.3 \pm 2.8	3.1 \pm 1.7	-2.96**
Migration (years residency)	14.3 \pm 12.3	18.2 \pm 12.2	1.48
Arm circ (cm)	26.9 \pm 4.0	27.1 \pm 3.5	0.84
Age (years)	27.8 \pm 6.7	27.8 \pm 5.7	0.01
Child			
Dietary diversity (items/24 hours)	5.1 \pm 2.0	7.7 \pm 2.5	4.63**
Age (months)	29.5 \pm 17.3	30.9 \pm 17.1	0.36

* Per cent of NCHS 50th percentile (23).

** Significant difference between groups, $p < 0.05$.

(US\$22.00). Furthermore, the rent on the house is 1,120 sucres per month (US\$12.44), including electricity.

Two rooms have wood floors while the other has dirt floor. They cook in the room with the dirt floor, on a three-burner kerosene stove. In the back of the house there is a community "pila" (cement slab on one side and water storage on the other), that is shared by everyone in the building (about four families). The building looks like a big house with a center courtyard, but it is broken into several homes. Most of the residents are related. There is a grassy area in the back that is used as a bathroom, no latrine, or other receptacle. Fernando says that he drinks (alcohol) occasionally, but that is bad; he doesn't want to drink anymore, but he sometimes does on social occasions. His friends say that he doesn't like them if he doesn't drink with them.

Rosa is from El Pan, a small agricultural community in the county of Paute, which borders the county of Gualaceo. Fernando has lived in Guayaquil for eight years, the last two of which Rosa lived with him. They met in Guayaquil while Rosa was living with and working for an aunt. Then they lived in El Pan for a few months before moving to Gua-

laceo, three years ago. They married by civil law two years ago. Fernando said that they didn't marry right away to "see if they understood each other". Fernando is 33 years old, and Rosa 28. Fernando completed elementary school, and Rosa completed three years of schooling.

Rosa and Fernando have had six children in eight years, three were born in Guayaquil (in a hospital), and three in Gualaceo (in the hospital). The oldest three were baptized in the Catholic church in Guayaquil; the youngest three have not been baptized, as Fernando doesn't believe in baptism anymore. Rosa, however, wants to baptize them.

Rosa told me of the Waco and Waca (male and female) that live in the mountains. They are old magical people, who take children that aren't baptized to keep for themselves. For a child to be protected, he or she should wear a cross blessed by a priest. Also, a child that isn't baptized can't be buried in the cemetery and won't go to heaven.

Rosa and Fernando don't want any more children, but they haven't decided what to do. They told me that some people visited them looking for more women to undergo a new procedure of tubal ligation. The physician to do it would only come if there were at least six women willing to do it.

The children are Magdalena (seven years old), Mercedes (six years old), Geovany (five years old), Laura (46 months old), Gabriel (25 months old), and Guillermo (13 months old). In April, Laura's weight was 78⁰/o of the standard median, and her height was 85⁰/o. Gabriel's weight was 91⁰/o of the standard median, and his height was 89⁰/o. Guillermo's weight was also 78⁰/o of the standard median, and his length was 87⁰/o. All three children are severely chronically undernourished, and Laura and Guillermo are also severely currently undernourished.

When I measured the children again in August (four months later and after the bean and corn harvest); Laura's weight was at 87⁰/o of the standard, and her height at 92⁰/o. Gabriel's weight was at 93⁰/o of the standard and his height at 91⁰/o. Guillermo's weight was at 76⁰/o of the standard, but his length was not taken. Laura and Gabriel had improved markedly in weight, but Guillermo had not, a fact which suggests that factors other than food availability are limiting his intake. At one year of age, many of the harvest foods are not seen as appropriate for him.

Gabriel has both a cleft lip and a cleft palate. The lip has been operated on, but the palate has not. He talks very little and dribbles food when he eats, although, it seems that his parents are particularly careful to see that he eats. The operation for the cleft palate will cost 30,000 sucres (US\$333.00), and they don't have the money. Rosa stated the pregnancy was normal and that she didn't take any drugs or pills, and Fernando said it must have been something in the atmosphere because other children were born with cleft lips and palates around the same time.

Rosa told me that all of her children nursed for one year, except for Gabriel, because he couldn't. She said that at night she gave the breast and during the day the feeding bottle to all of the children (except only the bottle to Gabriel). She followed this pattern from birth, and she weaned them when she became pregnant again. The physician told her to wean them when pregnant because the milk now belonged to the baby that will be born and would give diarrhea to the child. Rosa's arm circumference was 92⁰/o of the standard, suggesting that she is reasonably well-nourished.

The children began eating at two months of age, but they do not eat "hot" food because it will give them diarrhea (pork, beans, hen, chocolate, and guinea pig, especially). In April, Laura had a dietary diversity score of six; for rice, broth, milk, coffee, bread, and egg, and Gabriel had a dietary diversity score of six as well, for the same foods. Guillermo had a dietary diversity score of five, because he was given bits of rice, bread, and broth, he nursed, and was given the feeding bottle. Fernando said that all of the children have diarrhea constantly, he thinks, from "hot", "heavy" food. He also said that Laura never gets sick: diarrhea isn't seen as illness.

In general, he said, one should eat both hot and cold foods, except children should not eat extremely hot and extremely cold foods. When sick, however, certain foods must be avoided, depending on the illness, hot food should be avoided for cold illnesses and vice versa. For example, with an open wound, a "hot" situation, you should not eat "hot" food.

Correlates of PCNS

Using bivariate statistics (regression and independent samples t-test, $p < 0.05$), variables that were positively related to child Z score for weight-for-age were parental education, household income (and square root of), material goods owned, migration (years of residency in Gualaceo), birth-spacing, maternal arm circumference, child dietary diversity, dietary quality, servings of fruits and vegetables, servings of meat, and servings of milk. Fertility and migration were negatively related.

Multiple regression involving migration (years of residency), household income (square root of), maternal arm circumference, fertility, material goods owned, birth-spacing, dietary diversity, and parental education predicted 63% of the variability in child weight-for-age, although only birth-spacing, dietary diversity, fertility and migration (years of residency in Gualaceo) contributed significantly to the model (Table 4).

Using bivariate statistics (bivariate regression and independent samples t-tests, $p < 0.05$), variables that were positively related to child Z score for height-for-age were parental education, household income (and square root of), material goods owned, migration (years of residency in Gualaceo), consensual union, birth-spacing, child dietary diversity, dietary quality, servings of fruits and vegetables, servings of meat, servings of milk, bottle-feeding and birth weight. Previous preschool child death, fertility, migration and geophagia were negatively related.

Multiple regression analysis involving consensual union, fertility, geophagia, household income (square root of), bottle-feeding, migration (years of residence in Gualaceo), dietary diversity, birth weight, material goods owned, previous preschool child death, and parental education predicted 43% of the variability in child height-for-age, although, as indicated in Table 5, only dietary diversity significantly contributed to the model.

Dietary diversity was still a significant correlate of both child Z score for weight-for-age and height-for-age after controlling for household income (square root of) and parental education.

Interaction of illness variables (geophagia and sick) with dietary diversity was not significant.

TABLE 4
RELATIVE IMPORTANCE OF CORRELATES
OF PRESCHOOL CHILD NUTRITIONAL STATUS
(WEIGHT-FOR-AGE)
MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS
GUALACEO, ECUADOR

Independent variable	Dependent variable weight-for-age (Z score)		
	B	SE(B)	t
Constant	-1.589	0.825	-1.93
Migration (years of residence)	-0.018	0.008	-2.20*
Household income (square root of)	-0.011	0.005	-1.96
Maternal arm circ.	-0.012	0.029	-0.40
Fertility	-0.196	0.072	-2.74*
Material goods owned	-0.053	0.080	-0.66
Birth-spacing	0.034	0.006	5.61*
Dietary diversity	0.232	0.050	4.63*
Parental education	-0.003	0.020	-0.17

Proportion of explained variance (R^2) = 0.627.

F-Statistic = 8.42.

* $p < 0.05$.

If more than one variable obviously measured the same thing (e.g. dietary diversity and dietary quality), only one was included in the multivariable analysis. Square root of household income was chosen over household income because it gave a better prediction. The continuous migration variable (years of residency in Gualaceo) was chosen over the categorical variable because it includes more information, and dietary diversity was chosen over dietary quality, servings of meat, servings of milk and servings of fruits and vegetables, because it gave the best prediction and it is the easiest to obtain, making it a more useful indicator.

Correlates of Dietary Diversity, Birth-spacing, Migration and Fertility

The variables found to be significant in multivariate analyses were then analyzed to identify their correlates in order to better depict the pathway determining PCNS. These variables were dietary diversity, birth-spacing, migration (years of residence in Gualaceo) and fertility.

Dietary diversity was the best single indicator of PCNS (both weight-for-age and height-for-age), and was significant in multivariate analyses of both weight-for-age and height-for-age.

TABLE 5
 RELATIVE IMPORTANCE OF CORRELATES
 OF PRESCHOOL CHILD NUTRITIONAL STATUS
 (HEIGHT-FOR-AGE)
 MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS
 GUALACEO, ECUADOR

Independent variable	Dependent variable height-for-age (Z score)		
	B	SE(B)	t
Constant	-3.398	1.094	-3.11
Consensual union	-0.561	0.794	0.71
Fertility	-0.071	0.107	-0.66
Geophagia	-0.644	0.720	-0.89
Household income (square root of)	0.002	0.006	0.32
Bottle-feeding	0.658	0.341	1.93
Migration (years of residency)	-3.981	0.013	-0.31
Dietary diversity	0.159	0.077	2.06*
Birth weight	0.001	0.025	0.03
Material goods owned	0.047	0.134	0.35
Previous preschool child death	0.900	0.596	1.50
Parental education	-0.005	0.034	0.14

Proportion of explained variance (R^2) = 0.425.

F-Statistic = 2.55.

* $p < 0.05$.

Variables that were significantly positively related to dietary diversity in bivariate analyses (bivariate regression and independent samples t-test, $p < 0.05$) were parental education, material goods owned, household income (square root of), household food expenditure, maternal arm circumference, dietary quality, servings of meat, servings of fruits and vegetables, servings of milk, and child age. Variables that were significantly negatively related were previous preschool child death, sick and geophagia.

A multiple regression equation with sick, previous preschool child death, household food expenditure, maternal arm circumference, geophagia, child age, and household income (square root of), material goods owned, and parental education predicted 55% of the variability in dietary diversity. Nevertheless, as Table 6 shows, only parental education, child age, maternal arm circumference and household food expenditure significantly contributed to the model.

Variables found to be significantly positively related to fertility in

TABLE 6

**RELATIVE IMPORTANCE OF CORRELATES OF DIETARY DIVERSITY
MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS
GUALACEO, ECUADOR**

Independent variable	Dependent variable dietary diversity		
	B	SE(B)	t
Constant	-2.573	1.842	-1.40
Child sick	-0.033	0.471	-0.07
Previous preschool child death	-0.402	0.609	-0.66
Household food expenditure	0.001	0.000	2.85*
Maternal arm circ.	0.175	0.059	2.98*
Geophagia	-0.518	0.852	-0.61
Child age	0.050	0.014	3.38*
Household income (square root of)	-0.000	0.014	-0.02
Material goods owned	-0.244	0.176	-1.39
Parental education	0.138	0.034	3.99*

Proportion of explained variance (R^2) = 0.548.

F-Statistic = 9.680.

* $p < 0.05$.

bivariate analyses (bivariate regression and independent samples t-test, $p < 0.05$) were household raises animals, maternal age and arm circumference, as well as child weaning age. Variables that were significantly negatively related to fertility were parental education, mother works away from the child, consensual union and used birth control.

Multivariate analyses with mother works away from the child, household raises animals, maternal arm circumference, child weaning age, used birth control, consensual union, maternal age and parental education yielded an equation that predicted 58% of the variability in fertility. However, as the data on Table 7 indicate, only maternal age, used birth control, and parental education, significantly contributed to the equation.

Variables found to be significantly positively related to migration (years of residence in Gualaceo) in bivariate analyses (bivariate regression and independent samples t-test, $p < 0.05$) were household raises animals, material goods owned, maternal arm circumference and age and used birth control. Parental education was significantly negative related to migration (years of residency in Gualaceo).

A multivariate equation that included material goods owned, parental education, household raises animals, maternal arm circumference, used birth control, and maternal age predicted 20% of the variability in migration (years of residency in Gualaceo), although only material goods

TABLE 7
RELATIVE IMPORTANCE OF CORRELATES OF FERTILITY
MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS
GUALACEO, ECUADOR

Independent variable	Dependent variable fertility		
	B	SE(B)	t
Constant	-1.409	1.437	-0.98
Mother works	-0.220	0.418	0.53
Raises animals	0.394	0.401	0.98
Maternal arm circ.	0.037	0.043	-0.82
Child weaning age	-0.021	0.023	-0.88
Used birth control	-0.774	0.310	-2.50*
Consensual union	-0.307	0.690	-0.45
Maternal age	0.193	0.028	6.98*
Parental education	-0.051	0.022	-2.36*

Proportion of explained variance (R^2) = 0.577.

F-Statistic = 13.831.

* $p < 0.05$.

owned, household raises animals, maternal arm circumference and maternal age significantly contributed to the model (Table 8).

Schematics of Correlates of PCNS

In order to integrate the results of the various multiple regression procedures, two schematic models of correlates of PCNS were developed. Using the household, mother, child conceptual framework, factors related to PCNS, have been placed in the appropriate column. On the whole, child factors are assumed to be more strongly related to PCNS than maternal, and maternal more than household. When a household variable was found to be related to a maternal or child variable and PCNS the causal route was assumed to be *primarily through* the maternal or child variable. If a household variable was related to both a maternal and a child variable, both are shown if the maternal variable is not related to the same child variable. If the maternal variable is related to the same child variable, it is assumed that the household variable affects the child through the mother (Figure 1). In Figure 2, only the primary correlates (those found significant in multiple regression analyses) are shown, to simplify the model.

Conclusions

Thus, protein child nutritional status (PCNS) in Gualaceo was better where:

TABLE 8

RELATIVE IMPORTANCE OF CORRELATES OF MIGRATION
(YEARS OF RESIDENCY IN GUALACEO)
MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS
GUALACEO, ECUADOR

Independent variable	Dependent variable migration		
	B	SE(B)	t
Constant	7.808	6.232	-1.25
Material goods owned	1.811	0.550	3.29*
Parental education	-0.069	0.091	-0.75
Raises animals	4.497	1.719	2.62*
Maternal arm circ.	0.549	0.221	2.48*
Used birth control	1.018	1.441	0.71
Maternal age	0.306	0.119	2.58*

Proportion of explained variance (R^2) = 0.198.

F-Statistic = 12.190.

* $p < 0.05$.

1. Births in the family were further apart
2. The child's diet was more diverse, and this was where:
 - a. The child was older
 - b. The mother had a greater arm circumference
 - c. The parents had more education
 - d. More money was spent on food
3. There were fewer children in the family, and this was where:
 - a. Mothers were younger
 - b. Parents had more education
 - c. Parents had used birth control
4. The family had lived longer in Gualaceo, and this was where:
 - a. The household raised animals
 - b. More material goods were owned.

DISCUSSION

Limitations of the Study

The longitudinal subset was biased in that it included mostly households selected for the ethnographic study because they were the first measured, so that anthropometric data would reflect data on ethnographic households and these households had been selected to have at least two preschool children (of opposite sex). Therefore, they tended to be families of short birth-spacing and high fertility. This explains, in part, the poorer nutritional status of the longitudinal subset as compared to the whole

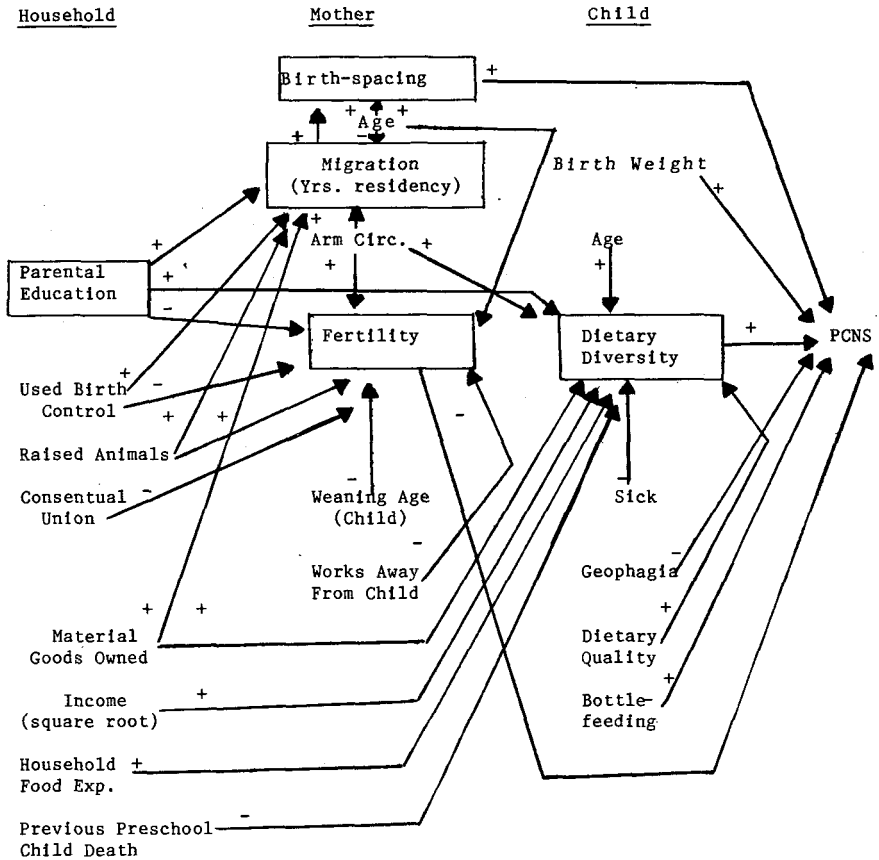


FIGURE 1

Factors related to PCNS and hypothesized causal route
Gualaceo, Ecuador

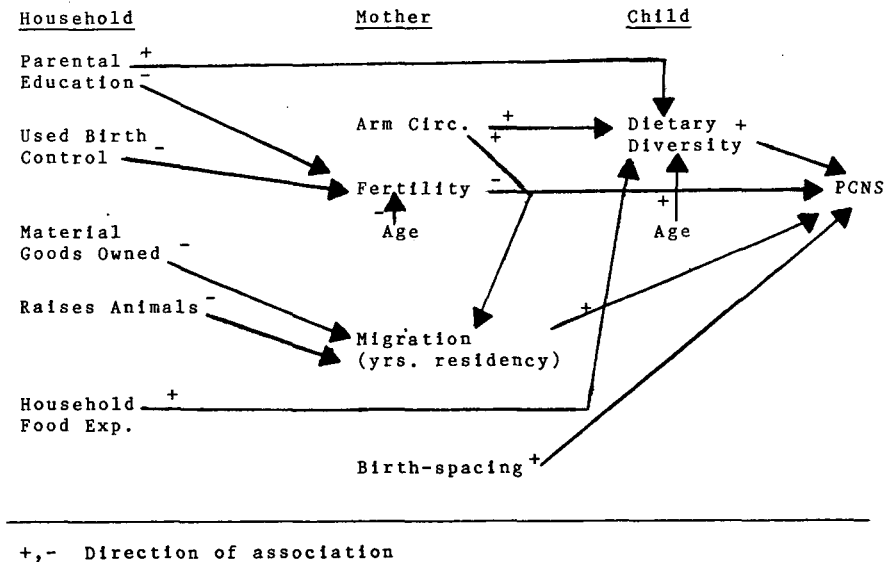


FIGURE 2

Relationships among primary correlates of PCNS
Gualaceo, Ecuador

survey group. However, one would expect the relationships between the independent variables and nutritional status to be strongest in the more highly-stressed groups, so this bias may give power to statistical analyses that was lost due to small samples sizes.

Another related bias is that household and maternal data were replicated in families with more than one child. This is because the child was the unit of analysis. As families with more children tended to be poorer families, household and maternal findings in multivariate analysis reflect poor families more than wealthy ones. On the other hand, this is the group we are most interested in.

In multivariate procedures with the dietary diversity variable, only children 12 to 60 months were included because dietary diversity was not calculated for children under 12 months since it was not considered appropriate, and only cases with full data sets (e.g. included dietary diversity) were entered into the procedure. Thus, multivariate procedures really reflect correlates of children aged 12 to 60 months. Again, this was really the group of interest.

Seasonality

The weight of preschool children (longitudinal sample) increased significantly from April to August 1984. Harvest of the primary crops, corn and beans, occurred from late June through July. Thus, April was a relatively leaner time than August. Although the study population is not primarily an agricultural one, the agricultural cycle still appears to affect PCNS, probably through decreased prices caused by increased food availability after the harvest. Children whose weight-for-age improved or stayed the same differed from those whose weight-for-age decreased only in parental education. It could be hypothesized that parents with more education better utilize available resources. They may be better shoppers – they are more acclimated to cash economy – getting more food for their money when more is available and is less expensive.

Furthermore, October to April is the rainy season. Infectious disease is more prevalent during the rainy periods (29). Also ethnographic results show food withdrawal during illness, in addition to the biologic decrease in appetite. Thus, illness may be related to the lower nutritional status found in April through decreased dietary diversity. As the interaction of dietary diversity and illness was not significant, this pathway is probable. Clearly, further research on the impact of season on PCNS, and the mechanism, would be useful.

Correlates of PCNS

Clearly, many of the correlates of PCNS identified are related, but the multiple regression analysis helps to identify the more important variables. Most importantly, relatively high R^2 values were found, indicating a good prediction of PCNS. It is believed that this is due to the methodology with which questions were selected and the precision with which they were asked, as a result of prior ethnographic work.

Obviously, diet affects nutritional status, whereby a more diverse diet with more food, especially meat, milk and fruits and vegetables, leads to higher weight- and height-for-age. Furthermore, more stable families (those that have lived longer in Gualaceo and where parents are in consensual union) are better adapted to a cash market and the social and physical strains of town life. Families with fewer children that are spaced farther apart can spend more time and money on each child. Mothers with larger arm circumference are probably better breast-feeders (30) and are probably of higher socioeconomic status. Parents with more education and households with higher income have more resources to offer a child.

Education was related to PCNS even after controlling for income.

This is important for policy because it is probably easier to educate people than to create jobs or increase income.

Bottle-feeding

Children that were bottle-fed were taller. Although one might expect these children to be smaller due to the likelihood of infectious disease as a consequence of poor sanitary and educational conditions (31), apparently the excess food available to these children, and the fact that they were from wealthier families, and gained in other ways, indicates that bottle-feeding technology was adequate. This adequate bottle-feeding technology may be related to the cultural tradition of herbal infusions for infants from a feeding bottle (32), or to the presence of a national supplementation program which provides oatmeal milk (Leche de avena) and training on bottle preparation.

Also, the hot-cold theory creates a situation where many foods are not acceptable for small children, but milk is. Milk has been found a good indicator of PCNS in Bogotá, Colombia as well (33). Bottle-feeding and servings of milk were correlated.

Breast-feeding

Maternal beliefs regarding breast-feeding (decreased milk supply from the wind, sun, wet, cold; diarrhea in the suckling from breast-feeding when pregnant, decreased nutritional value of milk after 12 months) serve to protect mothers from stress conditions, and also provide culturally-acceptable reasons for weaning (often reported as the insufficient milk syndrome), which put the infant at higher health and nutritional risk. Similar restrictions on breast-feeding were found in Bogotá, Colombia.

In our ethnographic study, the idea that breast milk has no nutritional value after 12 months of age was found to be taught by physicians who argue that if women continue to breast-feed, they will not introduce solid foods. Rather than explain that a child needs solid food by six months *in addition to* breast milk, it was advised that women wean. This was accomplished by telling women that "breast milk has no nutritional value after 12 months"; that it is "like water".

This belief also supports the association of bottle-feeding and PCNS. With early weaning and late introduction of complementary foods, especially "hot" foods, one can see why bottle-fed children show better PCNS than non-bottle-fed ones.

Mothers believe that breast-feeding for extended periods will weaken them. This belief has been cited in Lima, Peru and Bangkok, Thailand as well (31,34). In Bangkok, this was more common among less-educated women. Education was a correlate of bottle-feeding in this study as well. The "slimming" effect of breast-feeding is seen as weakening because of the association of losing weight and illness. In the ethnographic study it was found that modern women admire the slim look that they see in mass media, but still fear losing weight because of the association with illness.

The beliefs that male infants suck more (harder and longer at a feed) may have a biological basis, because male infants consume more breast

milk (35) and grow at a faster rate (36). Nevertheless, this has been used as rationale in some areas of Ecuador to wean girls earlier (37). This practice could be related to the higher national mortality figure for girls than boys, ages one to four (38). However, this was not reflected in age at weaning or nutritional anthropometry in the study sample.

The beliefs that one should not breast-feed with an infected breast or when the child is ill, exacerbates both conditions. These may be related to the beliefs that illness of the mother is passed to the child through breast milk and that if a child has a fever the milk will "spoil" in the child and make him/her vomit (34).

Dietary Diversity

Dietary diversity was the best single indicator of undernutrition. An association between dietary diversity and weight-for-age has been found in other studies as well (33), and dietary diversity was found to be a better indicator than actual consumption. This can be understood in that a diverse diet probably reflects a well-balanced diet sufficient in energy, and enough household resources to obtain and prepare the food. Actual consumption is difficult to measure.

Only milk and milk products, however, showed adequate levels, a finding which further supports the association of bottle-feeding and PCNS. Meat and fruits and vegetables were particularly lacking, suggesting possible protein and vitamin deficiency.

Dietary diversity probably reflects "acculturation" as well, or the knowledge of the culture needed to purchase (or otherwise obtain) and prepare the food. It also probably reflects "socioeconomic status" as one needs resources with which to obtain the food – both financial and educational. Dietary diversity, however, was still strongly related to PCNS after controlling for household income and parental education. Thus, "acculturation" may be playing a particularly important role here, especially as recent migrants, who are less acculturated to urban life, showed poorer nutritional status.

Parental education alone predicted 25% of the variability in dietary diversity. After controlling for child age, maternal arm circumference and household food expenditure, it was still highly significant. More educated, higher-income parents provide more diverse diets. This was also found in Bolivia and Mexico (39) and (40) respectively. Also, both this research and the Bolivian study showed the most limiting dietary factors to be animal meat, fruits and vegetables.

Health

The association of birth weight and geophagia with depressed growth are supportive of findings in the U. S. and India (41, 42). Previous pre-school child death may be a measure of the health status of other children in the household.

A variable that was not well-quantified, paternal alcoholism, seemed important to PCNS and household budget in our ethnographic study. Cane alcohol, that which is usually drunk, is made in the region, and although still costly, is readily available. Drinking is an escape for people

caught in a cycle of poverty where work is poorly compensated and the opportunities for improvement seem few.

The high prevalence of dental caries suggests poor dietary habits (sweets, bottle-feeding), poor dental hygiene and perhaps low fluoride-content of water and soil.

Gastrointestinal infections and the resulting diarrhea, food malabsorption, and depressed appetite, all are an important cause of mortality in developing countries (43, 44).

A study on beliefs about diarrhea conducted in Lima, Peru, revealed that diarrhea was not considered an infectious disease (34). Diarrhea was placed within the hot-cold system and was believed to be caused by "invasion of the body by hot or cold or by ingestion of foods designated as hot or cold". Furthermore, in Lima, suspension of milk feeding was thought essential in treatment. Sanjur found that milk was considered the best food for healthy infants, but it was the first to be withdrawn during illness (26). These findings corroborate those found in Gualaceo.

In Gualaceo, milk was thought to cause diarrhea when it was poorly prepared (e.g. not boiled sufficiently), but this was more related to the hot-cold ideology than to bacteriologic quality. Diarrhea was also said to be caused by cold milk and from breast milk when the mother is pregnant. In the latter situation, weaning is often recommended by physicians and is abrupt.

In a random sample of Gualaceo hospital records, the primary diagnosis at first visit to the hospital was gastrointestinal infection in 41% of cases (n = 416). It was also reported as a cause of death in 30% of cases reported to the civil registry in 1982 and 1983. Parents reported cause of death in 1973, 1976 and 1979 to the civil registry. Gastrointestinal infection was reported in 11% of cases for these years, probably reflecting parents' view of diarrhea more than a change in incidence.

Respiratory illnesses are also important causes of preschool child morbidity and mortality in developing countries, though not shown to be related to growth (44). All respiratory diseases were reported to be caused by the cold and include a cold, the flu and bronchitis.

The primary diagnosis of 26% of first visits to the hospital was for respiratory ailment and was considered the cause of death in 19% of deaths reported by physicians (1982 and 1983) and in 63% of deaths reported by parents (1973, 1976 and 1979) to the civil registry.

Bad air ("mal aire") seems to be a composite illness, having symptoms of both gastrointestinal and respiratory disease. This probably reflects "complications" in the western view of medicine.

Clearly, western categories of disease classification may be inadequate in highland Ecuador. Western medical services have not been shown to improve morbidity or mortality when comparing villages that were matched except for western medical care (45).

Birth-spacing

Only maternal age and migration were related to birth-spacing. Recent migrants have children closer together. Migrants tend to be from rural areas and have less access to and information about birth control (46, 47).

Migrants also had fewer years of education and had lower arm circumferences (lower nutritional status) which could explain the relationship with child nutritional status. Indeed, higher mortality in rural areas has been linked to lower income and educational levels (47). Older mothers had children farther apart. This could reflect decreasing fecundity due to the onset of menopause, decreased frequency of coitus, or could reflect a cultural history where older mothers breast-feed longer, resulting in a longer period of amenorrhea. This research did not address this question extensively and further research in this area would be useful.

Fertility

Mothers had fewer children if they were more educated, had used birth control, were in a consensual union or if they worked away from the child. There were more children in households where animals were raised, where weaning occurred later, and if maternal arm circumference was greater. Thus, more traditional households had more children (raised animals, weaned later). Also, better nourished women (e.g. higher maternal arm circumference) are more fertile (48). More educated, stable (consensual union) women who work outside of the home, and that had used birth control had fewer children.

Migration

Migrants had less education, lower arm circumference, and fewer material goods and were less likely to have used birth control than longer-residents of Gualaceo. These people tend to be poor, rural migrants, seeking a new way of life in a cash economy learning the shoe-trade, with knowledge based in subsistence living.

CONCLUSIONS

Culturally-tailored educational programs about food, illness, sanitation and hygiene, alcoholism, and birth control should improve PCNS. These programs should address hot and cold foods as well as illnesses, magical illnesses and breast-feeding practices. Efforts should be made to make medical and nutritional terms understandable to lay persons. Illnesses, especially diarrhea and respiratory illness, must also be described and treated in accordance with local ideology.

The health services, including nutritional services, could work at identifying the hot or cold natures associated with needed medicines and food supplements, as well as harmless foods of the opposite nature that would serve to neutralize the prescription – in the local ideology – and still be effective in treating the problem from a western point of view. Work also needs to be done in educating health workers about the importance of breast-feeding, even during illness. Perhaps the health services would provide a way to educate and help people with the problem of alcoholism. It also may be the route to educate about and improve sanitary, dental and birth control practices.

On a national and international level, programs designed to redistri-

bute resources, including educational resources, will ultimately serve to improve PCNS (47, 49, 50).

RESUMEN

ALIMENTACION DE NIÑOS PREESCOLARES, SALUD Y ESTADO NUTRICIONAL, EN GUALACEO, ECUADOR

Con el propósito de analizar los factores que están correlacionados con el estado nutricional de niños preescolares menores de cinco años de edad, en Gualaceo, Ecuador, se utilizaron técnicas antropológicas, encuestas, estudios de regímenes alimenticios y antropométricos. Muchos de los niños acusaban talla baja para su edad. El estado nutricional era peor en los niños en las edades comprendidas entre 12 y 23 meses, pero éste mejoraba durante los meses de abril a agosto, sugiriendo cambios en el estado nutricional según la estación del año.

La diversidad en los regímenes alimenticios, espaciamiento entre nacimientos, fecundidad, migración, ingresos del hogar, posesión de bienes materiales y educación de los padres fueron los factores que se encontraron asociados al estado nutricional de los niños (expresados en escala Z de peso para edad). Un modelo de regresión con estas variables explicó un 63^o/o de la variabilidad en el peso para edad. La predicción de talla para edad fue similar, pero sólo explicó el 43^o/o de la variabilidad en este renglón. Los factores asociados con la diversidad en los regímenes alimenticios, espaciamiento entre los nacimientos, fecundidad y migración fueron: la edad de los niños, la edad y circunferencia braquial de las madres, educación de los padres, uso de anti-conceptivos, gastos en comida del hogar, posesión de bienes materiales y la crianza de animales.

La educación de los padres se correlacionó con diversidad en los regímenes alimenticios, fecundidad y migración. En los resultados longitudinales también se relacionaba esta última con cambios en el peso para edad.

Los factores considerados de mayor importancia en relación al estado nutricional de los niños preescolares fueron la temporada previa a la cosecha, y una serie de sucesos comenzando por enfermedades que dieron lugar a una disminución en la variedad de la dieta, lo que a su vez se tradujo en una reducción del nivel nutricional en el mes de abril. La ideología acerca de los alimentos calientes/fríos —lo que resulta en retiro de los alimentos durante las enfermedades y restricción de alimentos ricos en proteínas y calorías— parece ser un mecanismo importante al determinar el estado nutricional de los niños preescolares. Los hábitos relacionados con la lactancia materna, prácticas de saneamiento, higiene, planificación familiar y consumo de bebidas alcohólicas, se sugieren a la vez como áreas que podían ser modificadas para mejorar el estado nutricional de los preescolares. También se sugiere como otro posible rubro para obtener mejorías, la comunicación entre los padres y el personal de salud occidental que proporciona asistencia médica.

BIBLIOGRAFIA

1. Martorell R., J. Mason, K. Rasmussen y J. P. Habicht. *Child Feeding Practices: Knowledge, Research Needs, and Policy Implications*. Cornell International Nutrition Monograph, 1985.
2. Sahni S. & R.K. Chandra. Malnutrition and susceptibility to diarrhea. In: *Diarrhea and Malnutrition*. L. C. Chen and N. S. Scrimshaw (Eds.). New York, N. Y., Plenum Press, 1983.
3. Snyderman S. E. Nutrition in infancy and adolescence. In: *Modern Nutrition*

- in **Health and Disease**. Chapter 27. R. S. Goodhard and M. E. Shils (Eds.), 6th. ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1980.
4. Martorell R. & C. Yarbrough. The energy cost of diarrheal diseases and other common illnesses in children. In: **Diarrhea and Malnutrition**. L. C. Chen and N. S. Scrimshaw (Eds.). New York, N. Y., Plenum Press, 1983.
 5. Chen L. C., A. Chowdhury & S. L. Huggman. Anthropometric assessment of energy-protein malnutrition and subsequent risk of mortality among preschool-aged children. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 1836-1845, 1980.
 6. Kielmann, A. A. & C. McCord. Weight-for-age as an index of risk of death in children. **Lancet**, **10**: 1247-1250, 1981.
 7. Pélto, G. H. Perspectives of infant feeding: Decision-making and ecology. **Food Nutr. Bull.**, **3** (3): 16-29, 1981.
 8. Brown, R. E. Weaning foods in developing countries. **Am. J. Clin. Nutr.**, **11**: 2066-2072, 1978.
 9. Plank, S. J. & M. L. Milanesi. Infant feeding and infant mortality in Chile. **Bull. Wld. Health Org.**, **48**: 203-210, 1973.
 10. Grivetti, L. E. Cultural nutrition: Anthropological and geographical themes. **Ann. Rev. Nutr.**, **1**: 47-68, 1981.
 11. Johnston R. E. Introduction: The causes of malnutrition. In: **Social and Biological Predictors of Nutritional Status, Physical Growth, and Neurological Development**. L. S. Greene and F. E. Johnston (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1980.
 12. Beaton, G. H. & H. Ghassemi. Supplementary feeding programs for young children in developing countries. **Am. J. Clin. Nutr.**, **35**: 863-916, 1982.
 13. Freedman, R.L. Nutritional anthropology: An overview. In: **Nutrition and Anthropology in Action**. T.K. Fitzgerald (Ed.). Amsterdam, Van Gorcum, Assen, 1977.
 14. Cassidy, C. M. Benign neglect and toddler malnutrition. In: **Social and Biological Predictors of Nutritional Status, Physical Growth, and Neurological Development**. L. S. Greene and F. E. Johnston (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1980.
 15. Mull, J. D. Oral rehydration therapy: An oasis of hope in the developing world. **J. Family Practice**, **18**: (3): 485-487, 1984.
 16. Habitch, J. P., R. Martorell, Ch. Yarbrough, R. M. Malina & R. E. Klein. Height and weight standards for preschool children. **Lancet**, **1**: 611-614, 1974.
 17. INEC. **Proyección de la Población del Ecuador por Areas Urbana y Rural, Provincias y Cantones. 1974-1994**. Quito, 1978.
 18. Scrimshaw, S.C.M. Adaptation and family size from rural Ecuador to Guayaquil. In: **Cultural Transformation and Ethnicity in Modern Ecuador**. N. E. Whitten, Jr. (Ed.). Urbana, Ill., Univ. Illinois Press, 1981.
 19. Pérez T., A. R. **Los Cañaris**. Capítulo I. Quito, Casa de la Cultura Ecuatoriana, 1978.
 20. VanEsterik, P. Ethnographic contributions to survey research: A review of the ethnographic component of a study of infant feeding practices in developing countries. Draft form, 1982.
 21. WHO. **Measurement of Nutritional Impact**. (WHO/FAP/79.I.), Geneva, WHO, November, 1979.
 22. WHO. **Measuring Change in Nutritional Status**. Geneva, WHO, 1983.
 23. Hamill, P.V.V., T. A. Drizd, C. L. Johnson, R. B. Reed & A. F. Roche. **NCHS Growth Curves for Children from Birth to 18 Years**. Washington, D. C., US Government Printing Office, 1977 (USDHEW Publ. No. (PHS)78-1650).
 24. APHA. **Growth Monitoring, Primary Health Care Issues**. International Health Programs, 1981. (Series 1, No. 3).

25. Ecuador Nutrition Survey. Washington, D. C., ICNND., 1960.
26. Sanjur, D. Food ideology systems as conditioners of nutritional practice. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 48-64, 1974.
27. Frisancho, A. R. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**: 1052-1058, 1974.
28. Reed, P. B. *Nutrition: An Applied Science*. Chapter 15. St. Paul, Minn., West Publishing Co., 1980.
29. Valverde, V., H. Delgado, R. Martorell, J. M. Belizán, V. Mejía-Pívaral & R. E. Klein. Seasonality and nutritional status. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32** (3): 521-540, 1982.
30. Novotny, R. & J. D. Haas. Maternal anthropometry and infant growth with exclusive breast-feeding in La Paz, Bolivia. *J. Trop. Revs.* In press.
31. Jelliffe, D.B. & E. F. P. Jelliffe. *Human Milk in the Modern World*. Chapters 11 and 12. Oxford, Oxford University Press, 1978 (Oxford Medical Publications).
32. Laukaran, V. H. & P. VanEsterik. Maternal knowledge and attitudes toward breast-feeding and use of breastmilk substitutes. In: *The Determinants of Infant Feeding Practices. Preliminary Results of a Four-Country Study*. New York, N. Y., The Population Council, 1984. (International Program, Working Paper No. 19).
33. Romero de Gwynn, E. & D. Sanjur. Nutritional anthropometry: Diet and health-related correlates among preschool children in Bogotá, Colombia. *Ecol. Food Nutr.*, **3**: 273-282, 1974.
34. Escobar, G. J., E. Salazar & M. Chuy. Beliefs regarding the etiology and treatment of infantile diarrhea. *Soc. Sci. Med.*, **17** (17): 1257-1269, 1983.
35. Wallgren, A. Breast milk consumption of healthy full-term infants. *Acta Paediat.*, **32**: 778-790, 1944/45.
36. Fomon, *et al.* Growth and serum chemical values of normal breast-fed infants. *Acta Paediatr. Scand. Suppl.* 202, 1970.
37. McKee, L. A. *Ideals and Actualities: The Socialization of Gender-Appropriate Behavior in an Ecuadorian Village*. Ph. D. Thesis, Cornell University, 1980.
38. *Encuesta Anual de Estadísticas Vitales (Nacimientos y Defunciones)*, Ecuador. Quito, INEC, 1979, Tabla No. 15.
39. Moreno-Black, G. Dietary status and dietary diversity of native highland Bolivian children. *Ecol. Food Nutr.*, **13**: 149-156, 1983.
40. DeWalt, K. M. & G. H. Pelto. Food use and household ecology in a Mexican community. In: *Nutrition and Anthropology in Action*. T. K. Fitzgerald (Ed.). Amsterdam, Van Gorcum Assen, 1977.
41. Fomon, S. J. *Infant Nutrition*. 2nd. ed. Philadelphia, PA, W. B. Saunders, Co., 1974.
42. Kielmann A. A. *et al.* *Child and Maternal Health Services in Rural India, the Narangwal Experiment. Vol. 1 Integrated Nutrition and Health Care*. Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press, 1983 (World Bank Publication).
43. Rosenberg, I. H., N. W. Solomons & R. E. Schneider. Malabsorption associated with diarrhea and intestinal infections. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 1248-1253, 1977.
44. Martorell, R. & T. H. Ho. *Maternal Nutrition, Child Nutrition and Child Survival. Population, Health, and Nutrition Department*. The World Bank, 1983.
45. Pedersen, D. & C. Coloma. Traditional medicine in Ecuador: The structure of the nonformal health systems. *Soc. Sci. Med.*, **17** (17): 1249-1255, 1983.
46. Abad, L. *Diagnóstico de Salud del Cantón Gualaceo*. Informe de la Escuela de Tecnología Médica, Area de Salud Pública, Facultad de Medicina, Cuenca, Ecuador, 1981.

47. Solimano, G. R. & C. Chapin. **The Impact of Socioeconomic Development and Ecological Change on Health and Nutrition in Latin America.** (Cornell International Monograph Series 9), 1981.
48. Hamilton S., B. Popkin & D. Super. **Women and Nutrition in Third World Countries.** Chapter 2, Praeger Special Studies, Bergin and Garvey Publishers, 1984.
49. Jara C. & R. Mizrahi. **Alimentos: Dimensión estratégica del desarrollo nacional ecuatoriano. Un planteo metodológico para encarar su tratamiento.** *Estudios Rurales Latinoamericanos* 6 (2-3): 181-199, 1983.
50. Reutlinger S. **Malnutrition: A poverty or a food problem.** *World Development*, 5 (8): 715-724, 1977.

NIVELES SERICOS Y EXCRECION URINARIA DE MAGNESIO EN LA GESTACION. INFLUENCIA DE LA INGESTA LACTEA

*María Salinas,¹ María Eugenia Martínez,¹ Pilar Catalán,¹
Elisa Sánchez Casas,¹ Elisa Herrero² y Pilar Navarro²*

Hospital "La Paz" e Instituto de Nutrición (CSIC),
Madrid, España

RESUMEN

Se estudió la evolución del magnesio sérico y urinario a lo largo de la gestación, en un grupo de 107 gestantes. Un total de 66 mantuvieron su alimentación habitual, y 41 la suplementaron con 750 cc de leche. Luego se compararon los resultados con los de 30 mujeres no gestantes, 16 con alimentación habitual y 14 suplementada.

Se calculó el consumo aproximado de magnesio, que no alcanzó las recomendaciones establecidas para la gestación. Las gestantes del segundo y tercer trimestre acusaron niveles de magnesio en sangre más bajos que los de la población control. La magnesuria en condiciones de ayuno fue normal a lo largo de la gestación en ambos grupos. En todos los trimestres de embarazo la excreción urinaria de magnesio fue superior en ambos grupos de gestantes que en la población control. Existió, pues, durante la gestación, hipomagnesemia e hipermagnesuria no influenciadas por la ingesta láctea.

INTRODUCCION

A pesar de la importancia fisiológica del magnesio, poco se sabe de su utilización nutricional, de sus niveles plasmáticos y, sobre todo, de su excreción urinaria, en un estado con demandas tan considerables como es el de la gestación.

En tal sentido, la mayoría de los autores refieren unos niveles de magnesio sérico que tienden a declinar progresivamente (1), siendo significativamente más bajos al final del embarazo (2-4) y al momento del

Manuscrito modificado recibido: 28-7-87.

¹ Miembros de los Servicios de Bioquímica y Ginecología y Obstetricia del Hospital "La Paz", Paseo de La Castellana 261, 28046 Madrid, España.

² Instituto de Nutrición, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Facultad de Farmacia, Ciudad Universitaria, Madrid 2, España.

parto (5) que los de la población no gestante. Por el contrario, Reitz *et al.* (6) observaron un incremento en la magnesemia, que posteriormente disminuyó a valores similares a los de las mujeres no gestantes. En tal sentido, Potnis, Pandel y Purandore (2), poniendo de manifiesto la interrelación que existe entre la absorción intestinal de calcio y de magnesio (7-9), expresaron que posiblemente la hipomagnesemia se deba a una alta ingesta cálcica durante la gestación, que dificultaría la absorción de magnesio. Asimismo, existe mutua competencia en la reabsorción de ambos cationes a nivel del túbulo renal (10).

En consideración a lo expuesto, y dada la gran interrelación entre los metabolismos de ambos elementos, el objetivo de este trabajo fue estudiar la evolución de la magnesemia y la magnesuria a lo largo de la gestación en mujeres con dos regímenes alimentarios. Estas dietas tenían distinto contenido cálcico, uno de alimentación habitual, y otro, en el que se suplementó la ingesta de leche.

MATERIAL Y METODOS

Sujetos Estudiados

El estudio se llevó a cabo en 107 gestantes sanas que no ingerían suplementos vitamínicos ni ningún otro tipo de medicamentos, con una edad media de 28 ± 6 años. El grupo denominado de alimentación habitual estaba constituido por 66 gestantes que se alimentaban con su dieta usual. El grupo denominado de alimentación suplementada lo formaban 41 gestantes y tomaban un suplemento lácteo. Se agruparon por trimestres: el primero (10-15 semanas de gestación) incluía 26 mujeres en el grupo de alimentación habitual y 13 en el grupo de alimentación suplementada. Al segundo trimestre (16-27 semanas) pertenecían 34 gestantes, correspondiendo 20 al grupo de alimentación habitual y 14 al de suplementada. Por último, 34 correspondían al tercero (28-40 semanas) con 20 en el grupo de alimentación habitual, y 14 en el grupo de alimentación suplementada.

Con el objeto de evaluar correctamente los distintos parámetros bioquímicos cuantificados en las gestantes, se estableció un grupo control formado por 30 mujeres no embarazadas sanas que no tomaban anticonceptivos ni ningún otro tipo de medicamento y cuya edad media era de 27 ± 3 años. Todas ellas colaboraron voluntariamente y se sometieron al protocolo completo. Al grupo de alimentación suplementada pertenecían 14 gestantes, y 16 al que seguía su dieta habitual.

Protocolo de Estudio

Las gestantes, procedentes de las consultas externas del Servicio de Obstetricia y Ginecología del Hospital "La Paz" acudían al Servicio de Bioquímica donde se les informaba del estudio y se les pedía su colaboración voluntaria. Se les recomendó que durante los seis días que duraría el estudio, ingirieran su dieta habitual y anotaran la del cuarto y quinto día lo más fielmente posible. Para ese propósito, se les entregó algunos formularios que debían llenar, advirtiéndoles que anotaran la

cantidad exacta de productos lácteos que hubieran ingerido cada día. A un segundo grupo de mujeres gestantes se les dieron las mismas instrucciones, pero específicamente se les indicó que, además, cada día deberían de ingerir tres vasos grandes de leche, equivalentes a 750 cc. Este grupo de gestantes se denominó "alimentada", y al otro de "alimentación habitual".

El cuarto y quinto día del estudio debían de recoger la orina de 24 horas, mantenida con ácido clorhídrico. Al sexto día acudían al laboratorio en ayunas, donde se les extraía sangre y, pasadas dos horas de su última micción, se les recogía la diuresis total de ese intervalo. Se les interrogaba para comprobar que las mujeres pertenecientes al grupo de "alimentación suplementada" habían, realmente, ingerido los 750 cc de leche. En caso contrario se les eliminaba del estudio o se incluían en el grupo de "alimentación habitual".

Se cuantificó calcio total (Ca), magnesio (Mg) y creatinina en sangre y orina. Con alguno de los parámetros anteriores se calculó: excreción urinaria de calcio y magnesio por 100 ml del filtrado glomerular (Ca/100 FG; Mg/100 FG) y excreción fraccionada de magnesio (EFMg). A partir de los alimentos consumidos se calculó la ingesta aproximada de magnesio y calcio.

Técnicas Analíticas

El calcio y el magnesio se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 460) y la creatinina por el método de Owen *et al.* (11), previa extracción con tierra de Lloyd.

Mediante el consumo alimentario pudo obtenerse, aproximadamente, la ingesta diaria de calcio y magnesio por medio de un microprocesador tipo CBM 4032 con lector de disco flexible e impresora Qume, que tenía en su memoria las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición.

Métodos Estadísticos

Para calcular la dependencia entre dos variables se utilizó el coeficiente de correlación lineal.

Los valores medios de las variables cuantitativas fueron comparados mediante el test de la "t" de Student para muestras no apareadas.

Los cálculos se realizaron por medio del programa BMP "P" en un computador IBM.

RESULTADOS

En las gestantes con dieta habitual la ingesta calculada de magnesio fue de 200 mg/día aproximadamente. Las embarazadas del segundo y tercer trimestre, mostraron valores más altos que las controles. Las gestantes con dieta suplementada incrementaron la ingesta a 250 mg/día, siendo ésta superior a la de las del grupo testigo. La ingesta media de calcio durante la prueba fue alrededor de 700 mg/día en el régimen alimentario habitual, en contraste con 1200-1500 mg/día que ingirieron

bajo el régimen suplementado con leche. Según indican los datos en la Tabla 1, no hubo diferencias significativas entre los trimestres de gestación.

TABLA 1

INGESTA DIARIA DE CALCIO (Ca) Y MAGNESIO (Mg) EN MUJERES
CONTROLES (C) Y GESTANTES DEL PRIMERO (I), SEGUNDO (II) Y
TERCER TRIMESTRE (III)

		Alimentación habitual		Alimentación suplementada		
		Ca mg/24 hr	Mg	Ca mg/24 hr	Mg	
Gestantes	C	x	637 ^a	155 ^a	1131 ^a	198 ^a
		ESM	48	13	57	23
	I	x	670 ^a	175 ^{ab}	1356 ^{ab}	245 ^{ab}
		ESM	40	9	80	14
	II	x	729 ^a	199 ^b	1496 ^b	258 ^b
		ESM	44	10	88	7
	III	x	734 ^a	190 ^b	1243 ^{ab}	228 ^{ab}
		ESM	43	11	99	19

Las letras distintas indican diferencia significativa.

La evolución de la magnesemia en intervalos de 3-4 semanas mostró una disminución en ambos grupos, hasta las cuatro últimas semanas en que otra vez aumentó (Figura 1). En ambos grupos de gestantes, los niveles de magnesio sérico fueron menores que los de las controles en el segundo y tercer trimestre del embarazo (Figura 2). La evolución del calcio sérico fue similar, constatándose una disminución progresiva hasta la 33-36 semanas, y posteriormente, un incremento en las cuatro últimas (Figura 1). Tanto el calcio como el magnesio sérico acusaron una correlación negativa y significativa con la duración del embarazo (Figura 1).

Bajo el régimen de alimentación habitual, la excreción urinaria de magnesio fue mayor en las embarazadas que en las del grupo control, alcanzando significación estadística en el tercer trimestre, al expresarse como mg/24 horas, en el segundo y tercer trimestre cuando se expresó como mg por 100 ml de filtrado glomerular, y en los tres trimestres como excreción fraccionada de magnesio (Figura 2). La evolución de la magnesuria a lo largo de la gestación, en intervalos de 3-4 semanas, mostró un incremento progresivo a medida que éste avanzaba (Figura 1). En tal sentido, existió una correlación positiva y de significación estadística entre la excreción de este catión, expresada como mg por 100 ml de filtrado glomerular (Figura 1), o como excreción fraccionada de magnesio ($r = 3728$; $P 0.01$) y la

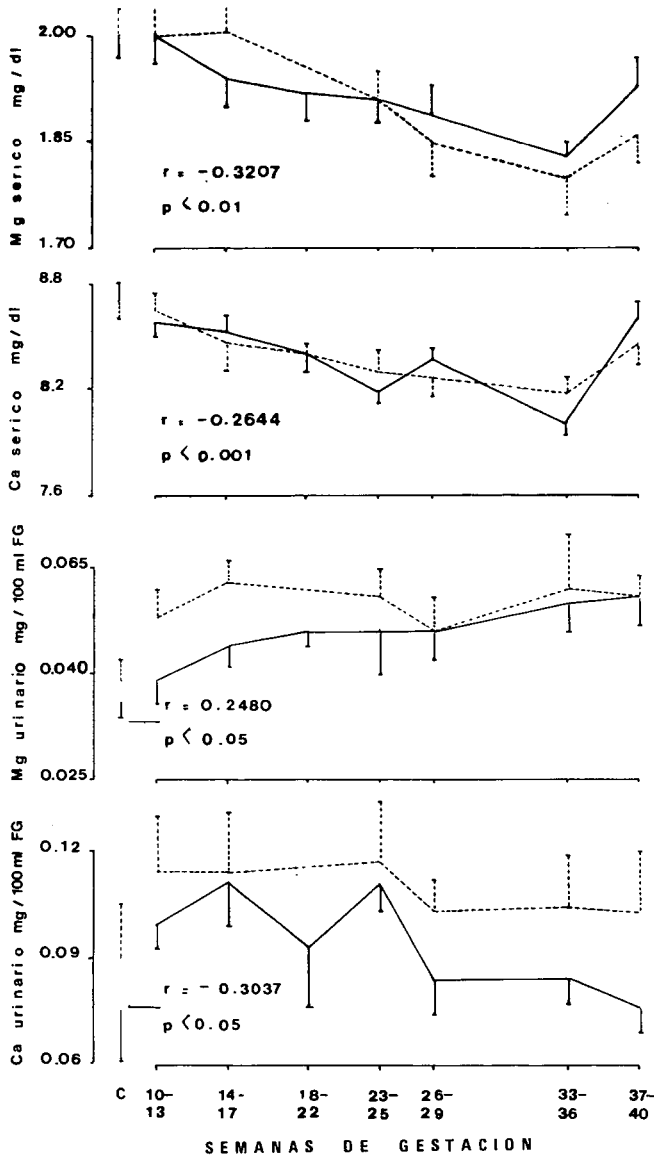


FIGURA 1

Evolución de los niveles de calcio (Ca) y magnesio (Mg) sérico y urinario a lo largo de la gestación en alimentación habitual (—) y suplementada (.....). Las correlaciones se refieren al grupo de alimentación habitual. $\bar{x} \pm$ ESM. FG = filtrado glomerular. C = controles.

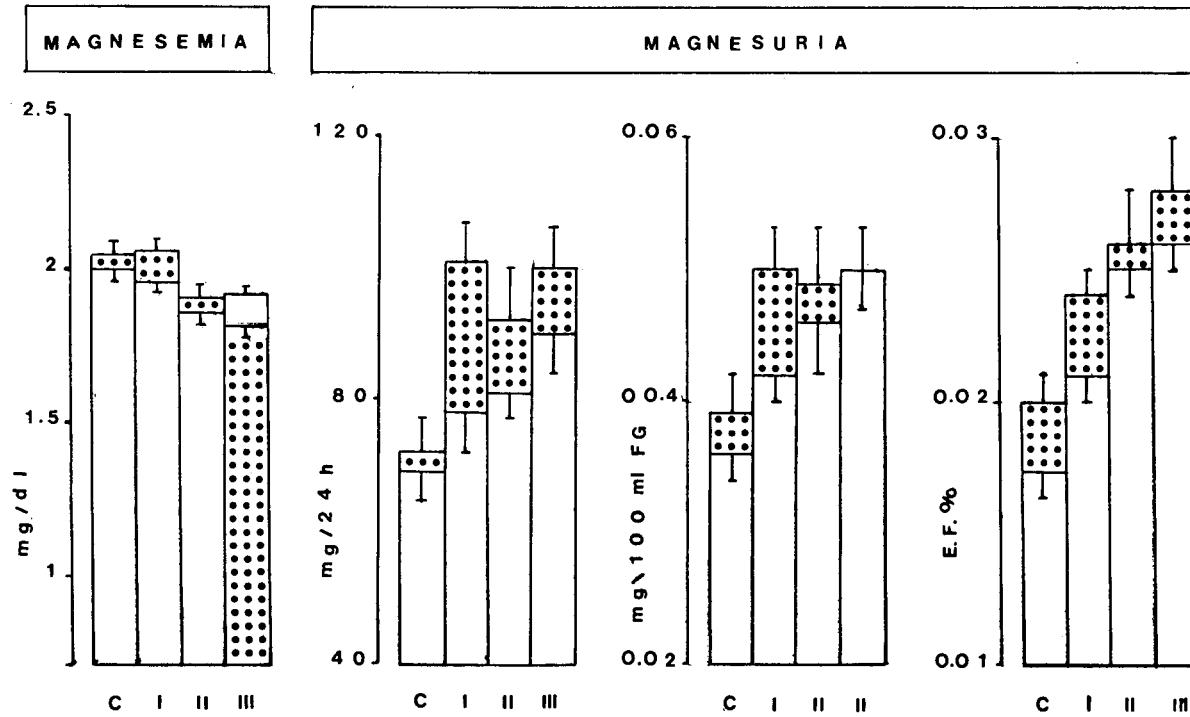


FIGURA 2

Niveles de magnesio (Mg) sérico y urinario en el grupo control (C) y mujeres gestantes del primero (I), segundo (II) y tercer (III) trimestre en alimentación habitual (□), y suplementada (▣). $\bar{x} \pm$ ESM. FG = filtrado glomerular. Los valores marcados con * muestran diferencias significativas al compararlos con los controles.

duración del embarazo en semanas, cuando se consideró el grupo de gestantes de alimentación habitual.

Al suplementar la dieta con leche, la excreción urinaria de magnesio, expresada en sus tres formas, fue significativamente superior en las embarazadas que en las controles (Figura 2). Cuando la magnesuria fue evaluada en intervalos de 3 a 4 semanas, observamos una elevación al principio del embarazo, la que se mantuvo en toda la gestación (Figura 1).

Encontramos una calciuria más elevada en embarazadas del primero y segundo trimestre que en las controles. Esta disminuyó en el grupo de alimentación habitual en el tercer trimestre, en el que se observan unos valores similares a los de las controles, y manteniéndose elevada en toda la gestación en el grupo de alimentación suplementada. Existió una correlación negativa y estadísticamente significativa entre el calcio urinario y la duración del embarazo en semanas (Figura 1).

La excreción urinaria de calcio y magnesio tras ayuno, en orina de dos horas, fue similar en ambos grupos de gestantes a la de las controles (Tabla 2).

TABLA 2

VALORES DE EXCRECION URINARIA DE Ca Y Mg TRAS AYUNO, EN ORINA DE 2 hr EN GESTANTES CONTROL (C), Y GESTANTES DEL PRIMERO (I), SEGUNDO (II) Y TERCER TRIMESTRE (III)

		Alimentación habitual		Alimentación suplementada	
		Ca	Mg	Ca	Mg
		Mg/100 ml FG			
C	x	0.06	0.033	0.06	0.026
	ES	0.01	0.006	0.01	0.003
I	x	0.06	0.030	0.06	0.023
	ES	0.01	0.003	0.01	0.003
II	x	0.06	0.030	0.07	0.023
	ES	0.01	0.005	0.01	0.003
III	x	0.05	0.027	0.08	0.030
	ES	0.01	0.003	0.01	0.004

DISCUSION

El magnesio consumido por las mujeres controles y gestantes durante los dos días del estudio se mantuvo por debajo de las recomendaciones de la mujer adulta, y por supuesto de las gestantes. El suplemento lácteo contribuyó a elevar la ingesta de magnesio, pero aún así no se alcanzaron las recomendaciones. Dicha tónica de ingesta deficiente durante la gesta-

ción concuerda con lo descrito por otros autores (12, 13) en diferentes poblaciones de gestantes.

El grupo de alimentación habitual no alcanzó las recomendaciones de calcio establecidas para el período de la gestación, pero sí lo consiguieron las gestantes bajo el régimen de alimentación suplementada que incluso las sobrepasaron.

Algunos atribuyen la reducción en el magnesio sérico que observamos hasta el final del octavo mes, a una alta ingesta cálcica durante la gestación, pues se ha descrito cierta interferencia mutua en sus absorciones intestinales (7-9). Sin embargo, ésta no parece ser la única causa, ya que nosotros observamos la hipomagnesemia incluso en las gestantes con alimentación habitual, cuyo consumo se aproximó al de la población control, manteniéndose por debajo de sus requerimientos. Tal como expresan distintos autores (2), la transferencia placentaria de magnesio posiblemente juega un papel en dicho descenso. Además, también puede contribuir el incremento de volumen plasmático, que se atribuye como causa de hipocalcemia (14), pues aunque en menor proporción, el magnesio también se encuentra ligado a las proteínas séricas. Apoya esta observación la evolución similar que tuvieron el calcio y el magnesio a medida que el embarazo progresaba (Figura 1).

Otro hecho que puede contribuir a la hipomagnesemia observada es la pérdida constante de este elemento por la orina en las mujeres gestantes. Así evidenciamos que en ambos grupos de embarazadas se produjo un incremento en la excreción fraccionada de magnesio durante toda la gestación, lo que indicaría que las gestantes no tienden a aumentar la reabsorción tubular del elemento a pesar de su tendencia a la hipomagnesemia. Esto podría explicarse por la competencia, a este nivel, del túbulo renal entre las reabsorciones del calcio y magnesio, debido a que compartan un mismo mecanismo de transporte (10). Esto vendría apoyado por la normalización de la magnesuria tras ayuno, situación en la que no debería existir tal competencia al normalizarse también la calciuria. No obstante, no se puede explicar totalmente por este hecho, ya que el grupo de gestantes con alimentación habitual normalizó la calciuria al final del embarazo y, a pesar de ello, la magnesuria siguió elevada.

Por último, debe tenerse en cuenta que el $1.25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$ que favorece la absorción intestinal de magnesio en la gestación, ya desde los primeros estadios se encuentra elevado. En nuestro estudio, las gestantes mantuvieron una ingesta de magnesio superior a la del grupo control y ello unido a una mayor absorción del elemento, puede favorecer la hipermagnesuria. Parece que este factor tiene cierta influencia, en vista de que encontramos una correlación en las gestantes entre la ingesta de magnesio y su excreción urinaria ($r = 0.2670$; $P \leq 0.05$), hecho que no se evidencia en la población control.

Concluimos, pues, que durante la gestación se produce un descenso progresivo en los niveles de magnesio sérico con un incremento paralelo en la magnesuria. Estos son producidos por diversos factores como descenso en las proteínas totales, incremento en la calciuria, y aumento en la ingesta de dicho elemento, y no relacionados exclusivamente con la mayor ingesta cálcica.

SUMMARY

SERUM MAGNESIUM LEVELS AND URINARY EXCRETION IN PREGNANCY. INFLUENCE OF MILK INTAKE

Magnesium levels in serum, as well as 24-hr urine and 2-hr post-fasting urine levels, were studied in 107 pregnant women, who were later separated into two groups. One group was advised to follow their usual intake, and the other, to supplement the diet with 750 cc of milk. The control group (30 healthy non-pregnant women) underwent the same protocol.

Magnesium intake in pregnant women was much lower than that recommended for gestation. In both groups of pregnant women, serum magnesium levels were lower than those of the controls, in the second and third trimester of pregnancy. Urinary magnesium in 24-hr urine was higher in each trimester of pregnancy than the controls. Hypomagnesemia and hypermagnesuria not influenced by milk intake was observed.

BIBLIOGRAFIA

1. Pitkin, R. M., W. A. Reynolds, G. A. Williams & G. K. Hargis. Calcium metabolism in normal pregnancy: A longitudinal study. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **133**: 781-789, 1978.
2. Potnis, A. V., P. V. Patel & B. N. Purandore. Magnesium: The ignored element during pregnancy. *J. Obstet. Gynecol. India*, **27**: 343-345, 1977.
3. Hillman, L. S., E. Slatopolsky & J. G. Haddad. Perinatal vitamin D metabolism. IV. Maternal and cord serum 24,25-dihydroxyvitamin D concentrations. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **47**: 1073-1077, 1978.
4. Bartl, W. & P. Riss. Magnesium serum levels and magnesium deficiency in pregnancy. *Magnesium Bull.*, **6**: 60-62, 1984.
5. Cockburn, F., N. R. Belton, R. J. Purvis, M. M. Giles, J. K. Brown, T. L. Turner, E. M. Wilkinson, J. O. Forfar, W.J.M. Barries, G. S. McKay & S. J. Poccock. Maternal vitamin D intake and mineral metabolism in mothers and their newborn infants. *Br. Med. J.*, **281**: 11-14, 1980.
6. Reitz, R. E., T. A. Daane, J. R. Woods & R. L. Weinstein. Calcium, magnesium, phosphorus and parathyroid hormone interrelationships in pregnancy and newborn infants. *Obstet. Gynecol.*, **50**: 701-705, 1977.
7. Schachter, D. & S. M. Rosen. Active transport of Ca⁴⁵ by the small intestine and its dependence on vitamin D. *Amer. J. Physiol.*, **196**: 357-360, 1959.
8. Hanna, S., M. Harrison, I. MacIntyre & R. Fraser. The syndrome of magnesium deficiency in man. *Lancet*, **ii**: 172-176, 1960.
9. Alcock, N. & I. MacIntyre. Interrelation of calcium and magnesium absorption. *Biochem. J.*, **76**: 16P-20P, 1960.
10. Massry, S. G. & J. W. Coburn. The hormonal and non hormonal control of renal excretion of calcium and magnesium. *Nephron.*, **10**: 66-112, 1973.
11. Owen, J. A., B. Iggo, E. J. Schandrett & C. P. Stewart. The determination of creatinine in plasma or serum and in urine critical examination. *Biochem. J.*, **58**: 462-470, 1954.
12. Coons, C. M. & K. Blunt. The retention of nitrogen, calcium, phosphorus and magnesium by pregnant women. *J. Biol. Chem.*, **86**: 1-16, 1929.

13. Duggin, G. G., Dale Dale, R. C. Lyncham, R. A. Evans & D. J. Tiller. Calcium balance in pregnancy. *Lancet*, ii: 926-927, 1974.
14. Mendenhall, H. W. Serum protein concentrations in pregnancy. I. Concentrations in maternal serum. *Amer. J. Obstet. Gynecol.*, 106: 388-398, 1970.

UTILIZACION DE LA SEMILLA DEL CHIGO (*Campsiandra comosa* Benth) EN LA ALIMENTACION HUMANA.
III. VALOR ENERGETICO DE LA HARINA DE CHIGA

Jinny Emily Sánchez R.,¹ José A. Barreiro M.¹ y Odoardo Brito Arreaza¹

Universidad Simón Bolívar,
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se analizó la composición proximal y el contenido de vitaminas y minerales de una muestra de harina de chiga (*Campsiandra comosa* Benth), determinándose que está compuesta esencialmente de carbohidratos.

La muestra fue evaluada como fuente de energía en reemplazo de un 33, 67 y 100% del almidón de maíz en dietas isoproteínicas e isocalóricas, para ratas Sprague-Dawley en proceso de crecimiento. En el término de 15 días se detectó que la sustitución de un tercio de los carbohidratos por harina de chiga no afecta la ganancia de peso, ingesta de alimento, energía metabolizable de la dieta o utilización energética de ésta, en ratas en experimentación. La inclusión de niveles mayores del producto en la dieta indujo un decremento en los valores de dichas variables. Las digestibilidades aparentes, tanto del nitrógeno como de la energía de las dietas, se redujeron progresivamente para el rango de concentraciones de harina de chiga utilizado.

El valor de energía metabolizable de la harina de chiga resultó ser de 3.15 Kcal/g, indicativo de que aproximadamente el 78% de su energía bruta (4.01 Kcal/g), es metabolizada.

INTRODUCCION

La harina de chiga es un producto de color blanquecino, ligeramente rosado, que se obtiene del proceso artesanal descrito por Barreiro *et al.* (1), basado en el pilado y lavado de la semilla de una leguminosa: la chiga (*Campsiandra comosa* Benth) o, en dialecto piaroa, "sepaj" (2).

Manuscrito modificado recibido: 2-4-87.

1 Miembros del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos (Laboratorio de Nutrición), Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas, Venezuela.

Algunas poblaciones indígenas, en especial aquellas ubicadas en las riberas de los ríos Cunaviche, Arauca, Capanaparo y Sinaruco del Estado Apure y los ríos Orinoco, Manapiare y Guaviarito en el Territorio Federal Amazonas de Venezuela, elaboran con esta harina, atoles, arepas, panes, natillas y otros productos que constituyen una parte importante de su alimentación (1, 3, 4). A pesar de ello, la información en cuanto a la chiga es escasa. Se ha publicado algo sobre la composición proximal de la harina de chiga, que muestra que ésta contiene principalmente hidratos de carbono (82.2 – 99.2% en base seca), mientras que los porcentajes de cenizas y proteína, fibra y grasa cruda son de sólo 0.1 – 0.84; 0.4 – 7.92; 0.1 – 1.89; 0.1 – 0.44 en base seca, respectivamente (5-9). En cuanto a la cantidad de micronutrientes que contiene, sólo Rodríguez (9) señaló los contenidos de calcio (90.1 mg/100 g), hierro (3.74 mg/100 g) y fósforo (7.6 mg/100 g), en base seca. Así, en este trabajo se pretendió, en parte, enriquecer el conocimiento sobre la harina de chiga.

En otro estudio, Margolis (8) comparó la calidad nutricional de este producto con la del almidón de maíz. El resultado obtenido fue que las ratas alimentadas con harina de chiga como única fuente de hidratos de carbono, presentaron la misma relación aumento de peso corporal/consumo de alimento, y un crecimiento igual al de aquellas alimentadas con almidón de maíz. Sin embargo, la presencia de harina de chiga en la dieta estuvo asociada con una disminución del consumo, adjudicada al contenido de taninos en la harina (6, 9).

Lo expuesto sugería que la harina de chiga podría ser una fuente de energía de fácil asimilación, permitiendo —en caso de deficiencias proteínicas— reservar éstas para fines anabólicos. Por ello, el propósito de esta investigación fue determinar la concentración de energía disponible en la harina de chiga, utilizando ratas como animales de experimentación, y midiendo la energía metabolizable y neta de producción en dietas cuyo contenido de carbohidratos fue substituido a niveles de un tercio, dos tercios y totalmente por harina de chiga. Asimismo, se evaluó el efecto que la ingesta de cantidades crecientes de harina de chiga ejercía en la digestibilidad de las proteínas dietarias.

MATERIALES Y METODOS

La muestra utilizada en este estudio fue elaborada por los indios Yaruros, pobladores de los ríos del Estado Apure, Venezuela (1), justo antes de iniciarse el experimento. Todos los análisis del producto fueron realizados por triplicado y con reactivos de grado analítico, presentándose los resultados en base seca. Los contenidos de proteína, fibra cruda, extracto etéreo y ceniza se determinaron según los métodos descritos por la AOAC (10). La cantidad de carbohidratos fue establecida por diferencia. La cuantificación de almidón se realizó por medio del método enzimático referido por Chang y Johnson (11). El contenido de calcio y hierro se determinó según la AOAC (10), y el fósforo se cuantificó siguiendo las especificaciones del procedimiento señalado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (12). La cantidad de yodo se detectó según lo descrito por la APHA (13), a partir de una solución preparada tal como lo indican Fisher y Abbé (14).

Se practicaron análisis de carotenos (12), niacina y ácido ascórbico (10). El contenido de tiamina se determinó de acuerdo a lo pautado por la Asociación de Químicos de Vitaminas (15) y el de riboflavina, según la técnica descrita por Osborne y Voogt (16).

Estudio Biológico

Un total de 24 ratas macho de la raza Sprague-Dawley y de aproximadamente 21 días de nacidas, fueron dispuestas en jaulas metabólicas individuales. Durante tres días, se les permitió adaptarse a las nuevas condiciones, suministrándoles la dieta control señalada en la Tabla 1.

TABLA 1
COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS CONTROL Y
EXPERIMENTALES

Ingredientes	Control	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Harina de chiga	—	24.1	48.2	72.3
Almidón de maíz ¹	72.3	48.2	24.1	—
Caseína ²	15.0	15.0	15.0	15.0
Aceite de maíz ¹	5.0	5.0	5.0	5.0
Mezcla mineral AIN-76 ²	3.5	3.5	3.5	3.5
Celulosa ²	3.0	3.0	3.0	3.0
Mezcla vitamínica ²	1.0	1.0	1.0	1.0
Bitartrato de colina ²	0.2	0.2	0.2	0.2

1 Alfonso Rivas & Ca, C. A., Caracas, Venezuela.

2 ICN Nutritional Biochemicals, Cleveland, Ohio, USA.

Posteriormente, las ratas se distribuyeron al azar en cuatro grupos, cada uno de seis ratas con un peso promedio de 47 g. Un grupo fue sometido a la dieta control y los tres restantes consumieron las dietas 1, 2 y 3 que se señalan en la Tabla 1, formuladas de modo que cubrieran las necesidades de las ratas en crecimiento y fuesen isoproteínicas e isocalóricas. En estas dietas, la harina de chiga se incorporó a niveles que sustitúan un tercio, dos tercios y el total del almidón de maíz, respectivamente. Tanto el alimento como el agua se suministraron *ad libitum* por 15 días, a fin de determinar el balance energético durante el período de mayor crecimiento. Se registró el consumo de alimento diariamente y el peso corporal cada tres días. La eficiencia alimentaria se calculó según la fórmula siguiente:

$$\text{Eficiencia alimentaria} = \frac{\text{Ganancia total de peso (g)} \times 100}{\text{Consumo total de alimento (g)}}$$

Durante los últimos siete días del experimento se recolectaron las heces y orina. Las primeras se secaron en estufa a 100°C, se pesaron y molieron, valorándose luego el contenido de nitrógeno por el método de Mora (18), y el calor de combustión en un calorímetro adiabático marca Parr, Modelo 1242. Con respecto a las orinas recolectadas, se midieron los volúmenes totales recolectados, filtrándose y preservándose con ácido clorhídrico 6 N, bajo refrigeración. Para determinar el contenido energético de la orina, se mezclaron y secaron dos ml de ésta con 0.5 g de celulosa, previamente secada en estufa a 80°C. A esta mezcla se le determinó el calor de combustión, restándosele el correspondiente a la celulosa, también estimado en el calorímetro.

La digestibilidad aparente total del nitrógeno y de la energía de las dietas, la energía (E) metabolizable de éstas y de la harina de chiga, así como la energía neta de producción y el calor total liberado por las ratas que consumieron las dietas referidas, se calcularon en base a las siguientes ecuaciones (19):

$$\text{Digestibilidad aparente total (o/o)} = \frac{\text{Consumo (g)} - \text{Peso de heces (g)}}{\text{Consumo (g)}}$$

$$\text{Digestibilidad aparente del nitrógeno (DN)} = \frac{\text{N ingerido} - \text{N en heces}}{\text{N ingerido}} \times 100$$

$$\text{Digestibilidad aparente de la energía (DE)} = \frac{\text{E digerible de la dieta}}{\text{E bruta de la dieta}} \times 100$$

donde:

$$\text{E digerible de la dieta consumida (cal)} = \text{E bruta consumida (cal)} - \text{E en las heces (cal)}$$

$$\text{E bruta consumida (cal)} = \text{Calor de combustión de la dieta (cal/g)} \times \text{ingesta de alimento (g)}$$

$$\text{Energía dietaria metabolizable (cal)} = \text{E digerible de la dieta consumida (cal)} - \text{E en orina (cal)}$$

$$\text{Energía metabolizable de la harina de chiga (cal)} = \text{E digerible asociada con la harina (cal)} - \text{E urinaria asociada a la harina (cal)}$$

donde:

$$\text{E digerible asociada con la harina (cal)} = \text{E ingerida asociada con la harina (cal)} - \text{E en las heces asociada con la harina (cal)}$$

$$\text{E ingerida asociada con la harina (cal)} = \text{Calor de combustión de la harina (cal/g)} \times \text{consumo de harina (g)}$$

E en heces y en orina asociada con la harina de chiga (cal). Se calculó por diferencia con el grupo de ratas que no consumió esta harina, según lo descrito por Lloyd, McDonald y Crampton (20).

Energía neta de producción (cal) = Calor de combustión de los cuerpos al finalizar el experimento (cal/g) x Crecimiento durante el tiempo que duró el experimento (g en base seca)

Calor liberado total (cal) = Energía dietaria metabolizable (cal) – Energía neta de producción (cal) – Energía utilizada en funciones mecánicas (cal)

Donde la energía utilizada en funciones mecánicas se estimó como un 15^o/o de la energía neta de mantenimiento (19).

Efecto calorífico del alimento o acción dinámica específica, corresponde al gasto obligatorio de energía que ocurre durante la asimilación del alimento en el organismo (21) y fue estimada como un 20^o/o de la energía metabolizable (19).

Los cálculos parciales de la harina de chiga en cuanto a su energía digerible, metabolizable y digestibilidad aparente se llevaron a cabo según lo descrito (19).

Por otra parte, con el fin de calificar microbiológicamente a la harina de chiga utilizada, se llevaron a cabo análisis de: *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras, aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y coliformes según lo descrito por la *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF) (22), y APHA (23).

Análisis Estadístico

Se analizaron los resultados según el método de análisis de varianza descrito por Snedecor y Cochran (24) y las medias se compararon usando el método de Duncan (25). El nivel de significancia se fijó en un 5^o/o.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en cuanto a composición aproximada y contenido de almidón de la harina de chiga se detallan en la Tabla 2. Estos resultados son equivalentes a los presentados por Margolis (8), Daza (6) y Rodríguez (9), y al del almidón de maíz (26), en los que el componente predominante fue carbohidratos (98-99^o/o).

Castillo (5) y Lasser (7) señalaron cifras para la harina de chiga de proteínas, fibra y cenizas cercanas a 17, tres y cuatro veces superiores, respectivamente, a las obtenidas en este estudio, al igual que un contenido de glúcidos de 9^o/o a 25^o/o inferior. Los niveles de grasa cruda determinados por los citados autores son también mayores que los detectados en este trabajo. Estas divergencias pueden deberse a variaciones metodológicas, agronómicas y, más probablemente, a distintos procedimientos en la manufactura de la harina de chiga, proceso que no ha sido aún sistematizado.

Los micronutrientes determinados en la harina de chiga, se señalan en la Tabla 3. Los valores de calcio y fósforo obtenidos difieren de los publicados por Rodríguez (9), pero no así el valor de hierro, el cual es análogo al de la harina de trigo ya enriquecida (3.42 mg/100 g en base seca) (26), permitiendo considerarla una adecuada fuente de este mineral en el grupo vegetal, en coincidencia con la mayoría de las leguminosas

TABLA 2

COMPOSICION APROXIMADA (g/100 g) Y CALOR DE COMBUSTION
(Kcal/g), EN BASE SECA¹, DE LA HARINA DE CHIGA

Proteína cruda (N x 6.25)	0.40 ± 0.03 ²
Extracto etéreo	0.04 ± 0.01
Fibra cruda	0.60 ± 0.04
Cenizas	0.16 ± 0.01
Carbohidratos ³	98.80
Almidón	90.15 ± 0.94
Calor de combustión (EB) ⁴ (Kcal/g)	4.01 ± 0.01

- 1 Humedad de la muestra de harina de chiga (o/o): 37.01 ± 0.04.
- 2 Cada valor expresa la media y la desviación estándar de tres determinaciones.
- 3 Estimado por diferencia.
- 4 EB = Energía bruta.

TABLA 3

MICRONUTRIENTES DE LA HARINA DE CHIGA, EXPRESADOS EN
BASE SECA

Micronutrientes	mg/100 g
Hierro	3.59 ± 0.27 ¹
Calcio	1.61 ± 0.15
Fósforo	14.41 ± 0.03
Yodo	0.10 ± 0.04
Niacina	1.10 ± 0.09
Acido ascórbico	2.80 ± 0.03
Tiamina	0.04 ± 0.01
Riboflavina	0.11 ± 0.01
Carotenos	ND ²

- 1 Cada valor representa la media y desviación estándar de tres determinaciones.
- 2 No detectable.

(27). A pesar de ello, la generalidad de los micronutrientes estudiados representan una contribución muy pequeña para lograr cubrir los requerimientos nutricionales diarios del hombre (28).

En la Tabla 4 se exponen los resultados referentes al peso inicial, ganancia de peso, ingesta total de alimento y eficiencia alimentaria de los animales de experimentación. El grupo 1 fue el que acusó los mayores valores de ganancia ponderal y de ingesta de alimento. Este hecho sugiere que en estas dietas isoproteínicas e isocalóricas, la harina de chiga, en medianas concentraciones (24o/o), estimula el apetito o mejora la aceptabilidad del alimento. En cambio, el hecho de que la ingesta de alimento se

TABLA 4

PESO INICIAL, PESO FINAL, GANANCIA PONDERAL, CONSUMO Y EFICIENCIA DEL ALIMENTO DE RATAS QUE INGIRIERON DIETAS CON PORCENTAJES CRECIENTES DE HARINA DE CHIGA DURANTE 15 DÍAS

	Harina de chiga en la dieta (o/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Peso inicial (g)	47.1 ± 2.3 ^a	47.3 ± 2.4 ^a	47.1 ± 1.4 ^a	47.7 ± 2.3 ^a
Peso final (g)	109.4 ± 3.9 ^a	113.9 ± 5.0 ^a	101.23 ± 4.4 ^a	99.3 ± 4.9 ^a
Ganancia de peso (g)	62.2 ± 2.7 ^{ab}	66.6 ± 2.9 ^a	54.1 ± 4.4 ^{bc}	51.7 ± 2.7 ^c
Consumo (g)	154.5 ± 6.3 ^a	163.7 ± 8.5 ^a	143.1 ± 5.7 ^{ab}	138.6 ± 4.2 ^b
Eficiencia del alimento (o/o)	40.3 ± 1.1 ^a	40.8 ± 0.9 ^a	37.6 ± 1.8 ^a	37.4 ± 0.5 ^a

La tabla expresa medias y errores estándar de seis ratas. Medias con letras distintas, en una misma horizontal, son estadísticamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), al 95% de confiabilidad.

redujera al duplicar (Grupo 2) o triplicar (Grupo 3) el nivel de la harina en la dieta, podría deberse, entre otros factores, a que el cambio en el sabor se hizo demasiado notorio, o bien, a ser una muestra del efecto depresor del apetito que induce la presencia de taninos (29). Estos compuestos son considerados responsables de la astringencia de muchos alimentos en función de su entrecruzamiento con las proteínas de la mucosa bucal (30).

La disminución significativa del consumo de alimento cuando la harina de chiga era la única fuente de carbohidratos (Grupo 3), coincidió con lo referido por Margolis (8), para animales de edad similar e igual tiempo de experimentación. No obstante, contrario a lo señalado por el citado autor, este grupo sí presentó un crecimiento estadísticamente diferente al del Grupo control, siendo éste un 17% menor. Existe la posibilidad de una variación de tales resultados en un experimento de mayor duración y/o con animales de más edad.

La eficiencia alimentaria fue estadísticamente igual tanto para la dieta control como para todas las que contenían harina de chiga, sugiriendo que el menor crecimiento se debió a la reducción de la ingesta y no a una menor capacidad del animal de transformar el alimento correspondiente en masa corporal. No obstante, para los grupos dos y tres este parámetro mostró una tendencia descendente que podría haberse hecho más notoria si se hubiera aumentado el tiempo de experimentación.

Los resultados en cuanto a energía bruta, calor de combustión de los cuerpos y energía neta de producción para los 15 días del experimento, se aprecian en la Tabla 5. El descenso registrado en el calor de combustión de los cuerpos secos al incrementar el contenido de harina de chiga en la dieta ($r = -0.30$), se reflejó en la menor acumulación diaria de la energía alimentaria en los tejidos (energía neta de producción), que fue significa-

TABLA 5

ENERGIA BRUTA, CALOR DE COMBUSTION DE LOS CUERPOS SECOS,
ENERGIA NETA DE PRODUCCION Y EFICIENCIA ENERGETICA
MEDIDAS EN RATAS ALIMENTADAS CON CANTIDADES CRECIENTES
DE HARINA DE CHIGA, DURANTE 15 DIAS

	Harina de chiga en la dieta (0/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Energía bruta diaria consumida (Kcal/día)	39.56 ± 1.61 ^a	42.34 ± 2.19 ^a	37.36 ± 1.48 ^a	35.80 ± 2.13 ^a
Calor de combustión corporal (Kcal/g)	6.30 ± 0.05 ^a	6.16 ± 0.08 ^{ab}	6.00 ± 0.03 ^b	5.93 ± 0.07 ^c
Energía de producción diaria (Kcal/día)	8.75 ± 0.41 ^a	8.79 ± 0.51 ^a	6.77 ± 0.61 ^b	6.37 ± 0.42 ^c
Eficiencia energética (0/o)	22.11 ± 0.49 ^a	20.77 ± 0.71 ^a	17.94 ± 0.97 ^b	17.79 ± 0.39 ^b

La Tabla muestra medias y errores estándar de seis ratas. Las medias con superíndices diferentes en una misma horizontal, son estadísticamente distintas según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un 95% de confiabilidad.

tiva para los Grupos 2 y 3. Dichos grupos sólo convirtieron un 18% de la energía bruta en energía corporal, lo que representa una eficiencia energética estadísticamente menor a la del Grupo 1 y del Grupo Control, cuyos valores son de 21 y 22%, respectivamente. Esta reducción de la eficiencia energética con el consumo de harina de chiga ($r = -0.68$), puede explicarse a través de los resultados que se muestran en la Tabla 6. La masa fecal diaria aumentó notoria y proporcionalmente con el consumo del producto ($r = 0.88$), con la consecuente disminución de la digestibilidad total aparente ($r = -0.86$). Esto es análogo a lo encontrado para humanos y ratas alimentados con carbohidratos provenientes de varias leguminosas, cuyas características son el presentar una baja digestibilidad y estar involucrados en la excreción de una mayor masa fecal. Es probable que esto ocurra como resultado de una alta proporción de carbohidratos indigeribles en el grano y/o por la posible presencia de complejos proteína-carbohidratos resistentes a las enzimas (31, 32).

El incremento de la concentración de energía fecal en el consumo de harina de chiga ($r = 0.84$), indica que hubo una absorción baja de grasa que alcanzó valores máximos para las dietas que contenían 48.2% y 72.3% de este producto. Esto podría vincularse con la aceleración de

TABLA 6

MASA FECAL, DIGESTIBILIDAD APARENTE TOTAL, CALOR DE COMBUSTION DE LAS HECEAS SECAS Y DIGESTIBILIDADES APARENTES DE ENERGIA Y NITROGENO, DETERMINADAS EN RATAS ALIMENTADAS CON CONCENTRACIONES CRECIENTES DE HARINA DE CHIGA EN LA DIETA

	Harina de chiga en la dieta (o/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Masa fecal (g en base seca)	0.48 ± 0.70 ^a	0.79 ± 0.07 ^b	1.02 ± 0.11 ^{bc}	1.20 ± 0.12 ^c
Digestibilidad total (o/o)	95.73 ± 0.28 ^a	94.01 ± 0.12 ^a	90.68 ± 0.73 ^b	88.57 ± 0.87 ^c
Calor de com- bustión de las heces (Kcal/g)	3.80 ± 0.05 ^a	4.01 ± 0.03 ^b	4.24 ± 0.06 ^c	4.37 ± 0.05 ^c
Digestibilidad energética (o/o)	95.75 ± 0.25 ^a	93.82 ± 0.12 ^b	89.91 ± 0.76 ^c	87.17 ± 0.88 ^d
Digestibilidad de nitrógeno (o/o)	94.63 ± 0.67 ^a	89.92 ± 0.68 ^b	83.73 ± 1.34 ^c	80.89 ± 1.07 ^c

La Tabla expresa medias y errores estándar de seis ratas. Las medias con superíndices distintos, en una misma horizontal, son significativamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un 95% de confiabilidad.

la secreción de ácidos grasos, fosfolípidos, colesterol y otros constituyentes biliares en el duodeno, la reducción de su absorción en los segmentos restantes del intestino y la subsecuente excreción fecal aumentada de ácidos biliares, observados en pollos para la ingesta de soya cruda (33, 34). Consecuentemente, se registró una reducción de la digestibilidad energética y proteínica con la ingesta del producto en estudio ($r = -0.88$ y -0.84 , respectivamente). Este fenómeno es característico del consumo de leguminosas crudas, al ocasionar: una disminución de las actividades digestivas de las enzimas, incluyendo tripsina, amilasa y lipasa, y un mayor gasto de energía y aminoácidos especialmente azufrados, por promoverse la hipersecreción pancreática y la pérdida de material endógeno en general, sea enzimático, epitelial o biliar. Ajeno a ello, las proteínas del alimento presentan resistencia a la digestión enzimática. Así, pues, hay una pérdida del valor nutricional del alimento que puede ocasionar un retardo en el crecimiento. La responsabilidad principal de estos efectos se ha atribuido a los inhibidores de proteasas y a los taninos, por su propiedad de ligarse

con las proteínas (35-37). Para la harina de chiga, la contribución de los factores antinutricionales de naturaleza proteínica (lectinas, inhibidores de proteasas y de amilasa) al menor valor nutricional de las dietas, se ve limitada por el bajo porcentaje de proteínas de este producto (0.40/o). Ello induce a pensar que la probable influencia de taninos y azúcares no disponibles es mayor aún cuando los niveles detectados de los primeros sean relativamente bajos y no perjudiciales (0.10/o) (8) y los segundos no hayan sido aún determinados. Se sugiere, sin embargo, un estudio de los factores antinutricionales de la harina de chiga y sus variaciones con los procesos de elaboración.

Por otra parte, los efectos observados por la inclusión de harina de chiga en las dietas no se relacionaron con la presencia de microorganismos patógenos en la misma, pues su perfil microbiológico se consideró normal de acuerdo a los límites fijados por la ICMFS (38) y la APHA (39) para alimentos similares.

La Tabla 7 describe cómo la energía digestible resultante disminuyó con respecto a una energía bruta equivalente en un 60/o, 100/o y 130/o para los Grupos 1, 2 y 3, respectivamente, en comparación con un 40/o

TABLA 7

CONCENTRACION ENERGETICA DE LAS DIETAS, SIN O CON HARINA DE CHIGA, QUE SE ADMINISTRARON A RATAS EN CRECIMIENTO

	Harina de chiga en la dieta (0/o)			
	Control 0	Grupo 1 24.1	Grupo 2 48.2	Grupo 3 72.3
Energía bruta (Kcal/g)	4.30 ± 0.01 ^a	4.29 ± 0.01 ^a	4.29 ± 0.01 ^a	4.30 ± 0.01 ^a
Energía digerible (Kcal/g)	4.11 ± 0.01 ^a	4.02 ± 0.01 ^b	3.86 ± 0.03 ^c	3.74 ± 0.04 ^d
Energía metabolizable (Kcal/g)	4.08 ± 0.02 ^a	4.00 ± 0.01 ^a	3.85 ± 0.04 ^b	3.76 ± 0.04 ^c
Calor total producido (Kcal/g)	3.07 ± 0.06 ^a	2.93 ± 0.14 ^{ab}	2.80 ± 0.07 ^b	2.76 ± 0.05 ^b
Tasa metabólica basal (Kcal/g)	1.36 ± 0.01 ^a	1.78 ± 0.06 ^a	1.27 ± 0.04 ^a	1.34 ± 0.07 ^a
Efecto calorífico del alimento (Kcal/g)	0.82 ± 0.01 ^a	0.80 ± 0.01 ^a	0.77 ± 0.01 ^b	0.75 ± 0.01 ^c

La Tabla expresa las medias y los errores estándar de seis ratas. Las medias con letras distintas, en una misma horizontal, son estadísticamente diferentes según el método de los rangos múltiples de Duncan (25), a un nivel de significancia de 0.05.

para el Grupo Control. La energía metabolizable o disponible al organismo para producción y mantenimiento, disminuyó paralelamente. En función del mayor porcentaje de harina de chiga en las dietas también se redujo el calor total producido, como consecuencia no de diferencias en una tasa metabólica basal calculada en base a pesos corporales similares, sino de la variación en el efecto calorífico del alimento. Este está condicionado por los efectos interactivos entre los ingredientes de la dieta (21), que se tradujeron en una menor biodisponibilidad de nutrientes que al absorberse puedan metabolizarse, con la subsecuente producción de calor. Así, la disminución de la digestibilidad del nitrógeno hasta un 15% (Grupo 3), probablemente fue la de mayor incidencia en la reducción registrada del efecto calorífico del alimento, en relación con la desaminación hepática de los aminoácidos constituyentes de las proteínas (21).

La concentración de energía digerible y metabolizable no ya en la dieta sino directamente en la harina de chiga, se presenta en la Tabla 8. Estos resultados indican que de las calorías aportadas por el producto en estudio, se absorbieron y metabolizaron un 85 y 78%, respectivamente. Como punto de referencia, Metta y Mitchell (39) estimaron que del maíz consumido se digería un 94% del almidón presente. Es de señalar que el bajo coeficiente de digestibilidad aparente obtenido aquí *in vivo* para la harina de chiga resulta en cierta forma incompatible con el contenido de fibra cruda determinado químicamente (0.60%), lo que contribuye a afirmar que este método subestima la cantidad de fibra dietaria de los

TABLA 8

ENERGÍA DIGERIBLE Y METABOLIZABLE DE LA HARINA DE CHIGA,
DETERMINADAS EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS QUE
CONTENIAN ESTA COMO FUENTE PARCIAL O TOTAL DE CARBOHIDRATOS

%o Harina de chiga en la dieta	Energía digerible		Energía metabolizable	
	Kcal	ED x 100	Kcal	EM x 100
	g	EB (%)	g	EB (%)
24.1	3.52 ± 0.02	87.60 ± 0.53	3.52 ± 0.23	87.78 ± 5.83
48.2	3.34 ± 0.07	83.94 ± 1.66	3.03 ± 0.34	75.55 ± 8.52
72.3	3.38 ± 0.05	84.32 ± 1.34	2.89 ± 0.27	72.02 ± 6.71
Promedio ¹	3.42 ± 0.03	85.28 ± 0.01	3.15 ± 0.17	78.45 ± 4.21

La Tabla expresa la media y el error estándar de seis ratas.

ED = Energía digerible

EM = Energía metabolizable

EB = Energía bruta.

1 Este promedio se obtuvo después de comprobar que, para cada variable, no había diferencia estadística entre los distintos tratamientos al aplicar un análisis de varianza (24) con $P < 0.05$.

alimentos (40). Finalmente, los valores de energía metabolizable obtenidos para la harina de chiga son ligeramente inferiores a las 3.96 Kcal/g señaladas para el almidón de maíz por Metta y Mitchell (39), como respuesta a los efectos mencionados.

CONCLUSIONES

La harina de chiga no constituye una fuente importante de proteínas, vitaminas o minerales, pero sí es un aporte de energía apreciable en la forma de carbohidratos, principalmente almidón. No obstante, al considerar la inclusión de este alimento en la dieta debe tenerse en cuenta que al serle suministrado a ratas a niveles que cubrían dos tercios o más de los carbohidratos totales, durante 15 días, ocasionó una inhibición del crecimiento. Esta se acompañaba de un menor consumo y una reducción de las digestibilidades aparentes total, proteínica y energética del alimento, así como de la energía metabolizable del mismo, de forma que la energía dietaria incorporada a los tejidos fue menor.

SUMMARY

UTILIZATION OF CHIGO (*Campsiandra comosa* Benth) SEEDS AS HUMAN FOOD. III. ENERGETIC VALUE OF CHIGA FLOUR

The proximate composition as well as vitamin and mineral contents of a sample of chigo (*Campsiandra comosa* Benth) flour was analyzed, having determined that it was essentially a carbohydrate source.

The product was evaluated as source of energy, substituting 33, 67 and 100% of the corn starch of isoproteic and isocaloric feeds for growing Sprague-Dawley rats. In an experimental period of 15 days, results indicated that the substitution of one-third of the carbohydrate with chiga flour did not reduce the weight gain, food consumption, metabolizable energy or utilization of the food energy by the rats. Higher levels of the product in the diet originated a decrement in these variable values.

The apparent nitrogen and energy digestibility of the diets was progressively reduced as the concentration range of chiga flour utilized was increased.

The metabolizable energy value of chiga flour was 3.15 kcal/g, which indicated that approximately 78% of its gross energy (4.01 kcal/g) was metabolized.

BIBLIOGRAFIA

1. Barreiro, J.A., O. Brito, P. Hevia, C. Pérez & M. Orozco. Utilización de la semilla del chigo (*Campsiandra comosa* Benth) en la alimentación humana. II. Proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga. Arch. Latinoamer. Nutr., 34(3): 531-542, 1984.
2. Vélez Boza, F. & J. Baumgartner. Estudio general, clínico y nutricional en tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas de Venezuela. Arch. Venez. Nutr., 12:1-14, 1962.
3. El Nacional. "La Ciencia Amena", C-3, 22/12/78.
4. Pittier, H. Manual de Plantas Usuales de Venezuela. Caracas, Venezuela, Fundación Eugenio Mendoza, 1970.

5. Castillo, M.A. **La Chiga** (*Campsiandra comosa* Benth): **Un estudio Preliminar de sus Potencialidades Nutricionales**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1980.
6. Daza Ramírez C. **Un Alimento Venezolano**. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". San Carlos, Edo. Cojedes, Venezuela, 1982.
7. Lasser, T. **Un Producto Alimenticio para Consumo Humano**. 3a. Conferencia Interamericana de Agricultura. Caracas, Venezuela, Edit. Elite, 1946.
8. Margolis, M. **La Chiga como Fuente Alimenticia**. Tesis de Maestría. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1983.
9. Rodríguez S. **Conocimiento de la Harina de Chiga** (*Campsiandra comosa* Benth). **Estudio Preliminar**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Metropolitana, 1977.
10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13rd. ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
11. Chang, B.Y. & J.A. Johnson. Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chem.*, 54: 429-435, 1977.
12. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Métodos de Laboratorio, Análisis de Alimentos**. Vol. I. Guatemala, INCAP, 1964.
13. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 13rd. ed. New York, N.Y., APHA, 1971.
14. Fischer, P.W.F. & M.R. Abbé. Acid digestion determination of iodine in foods. *JAOAC*, 64: 71-74, 1981.
15. Asociación de Químicos de Vitaminas. **Métodos de Análisis de Vitaminas**. León, España, Edit. Academia, 1966.
16. Osborne, D.R. & P. Voegt. **The Analysis of Nutrients in Foods**. London, Academic Press, 1978.
17. Cioccia R., J.E. Sánchez R. & O. Brito A. Valor energético del follaje de yuca en la alimentación de pollos. *Acta Científica Venezolana*, 37(1): 83-88, 1986.
18. Mora, J.A. **Método Espectrofotométrico para la Determinación de Nitrógeno en Proteínas**. Tesis de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1984.
19. Kleiber, M. **The Fire of Life: An Introduction to Animal Energetics**. Huntington, New York, Robert E. Krieger Publishing Co., 1975.
20. Lloyd, L.E., B.E. McDonald, & E.W. Crampton. Energy value of foods. En: **Fundamentals of Nutrition** 2nd. ed. San Francisco, Freeman & Co., 1978, p. 319-333.
21. Harper, H.A., V.W. Rodwell & P.A. Mayer. **Manual de Química Fisiológica**. 6a. ed. México, Edit. El Manual Moderno, 1978.
22. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods. I. Their Significance and Methods of Enumeration**. Canada, University of Toronto Press, 1978.
23. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington, D.C., APHA, 1976.
24. Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. **Statistical Methods**. Ames, Iowa, The Iowa University Press, 1967.
25. Duncan, D.B. Multiple range and multiple F-test. *Biometrics*, 11: 1-6, 1965.
26. Instituto Nacional de Nutrición. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico**. Caracas, Venezuela, 1983 (Serie de Cuadernos Azules, Pub. No. 42).
27. Whitney, E. & M. Hamilton. **Understanding Nutrition**. St. Paul, Minn., West Publishing Co., 1976.

28. National Academy of Sciences. **Recommended Dietary Allowances**. 9th, ed. Washington, D.C., NAS, 1980.
29. Glick, Z. & M.A. Joslyn. Food intake depression and other metabolic effects of tannic acid in the rat. *J. Nutr.*, **100**: 509-515, 1970.
30. Strumeyer, D.H. & M.J. Malin. Condensed tannins in grain sorghum. Isolation, fractionation, and characterization. *J. Agric. Food Chem.*, **23**(5): 909-914, 1975.
31. Subba Rao, P.V. & H.S.K. Desikachar. Indigestible residue in pulse diets. *Indian J. Exptl Biol.*, **2**: 243, 1964.
32. Shurpalekar, K.S., O.E. Sundaravalli & M.N. Rao. *In vitro* and *in vivo* digestibility of legume carbohydrates. *Nutr. Repts. Internat.* **19**(1): 111-118, 1979.
33. Sklan, D., P. Budowski, I. Ascarell & S. Hurwitz. Lipid absorption and secretion in chicks. Effect of raw soybean-meal. *J. Nutr.*, **103**(9): 1299-1305, 1973.
34. Serafin, J.A. & M.C. Nesheim. Influence of dietary heat-labile factors in soybean-meal upon bile acid pools and turnover in chick. *J. Nutr.*, **100**(7): 786-796, 1970.
35. Salunkhe, D.K., S.J. Jadhar, S.S. Kadam & J.K. Chavan. Chemical, biochemical and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **17**(3): 277-305, 1982.
36. Rackis, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**: 161A-174A, 1974.
37. Elías, L.G., D.G. Fernández & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolic on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, **44**(2): 524-527, 1979.
38. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods. II. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specifications**. Canada, University of Toronto Press, 1978.
39. Metta, V.C. & H.H. Mitchell. Determination of the metabolizable energy of organic nutrients for the rat. *J. Nutr.* **52**: 601-611, 1954.
40. Cilli, V & P. Hevia. Relationship between digestible calories and effectiveness as sources of fiber wheat bran and whole wheat flour. Enviada para publicación a *Nutrition Research*, 1984.

UTILIZACION DEL GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) EN FORMULAS NO LACTEAS. II. BALANCE DE NITROGENO EN NIÑOS CON INTOLERANCIA A LA LACTOSA, ALIMENTADOS CON UNA FORMULA A BASE DE GARBANZO Y UN PRODUCTO COMERCIAL DE SOYA¹

*Angela Sotelo,² Miguel Hernández,³ Jorge Larracilla,⁴
Marta Lucía Arenas⁵ y Estela Palapa⁶*

**Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
México D.F., México**

RESUMEN

Los niños desnutridos presentan con frecuencia trastornos digestivos que impiden su recuperación al ser alimentados con fórmulas lácteas. Por este motivo se han empleado sustitutos de éstas, de los cuales la soya es el más utilizado. Su disponibilidad irregular y escasa, sin embargo, originó que en este trabajo se evaluara la calidad nutritiva del garbanzo en una fórmula para lactantes, comparativamente con un producto comercial de soya.

Se midió el balance de nitrógeno en 17 niños con diferentes grados de desnutrición, siete ingirieron la fórmula de garbanzo y 10 la fórmula de soya. Los porcentajes de absorción (digestibilidad aparente), retención y valor biológico aparente para el garbanzo fueron de 72.6, 26.4 y 35.1, respectivamente, y para la soya de 69.6, 24.3 y 34.0, respectivamente.

Manuscrito modificado recibido: 22-6-87.

- ¹ Proyecto financiado parcialmente por el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT), Proyecto PCAIBNA 021547.
- ^{2,3} Investigadores titular y asociado, respectivamente, de la Sección de Bromatología, Unidad de Investigación Biomédica, Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Apartado Postal 73-032, 02010 México D.F., México.
- ⁴ Jefe del Servicio de Gastroenterología del Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional, IMSS, México D.F., México.
- ⁵ Estudiante de posgrado en Tecnología de Alimentos, adscrito a la Sección de Bromatología, Unidad de Investigación Biomédica, Centro Médico Nacional, IMSS.
- ⁶ Médico residente del Servicio de Gastroenterología del Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional, IMSS.

Debido a que no hubo diferencias con la soya en el balance de nitrógeno y a que el control de la diarrea fue más eficiente con el garbanzo, se propone a esta leguminosa para ser utilizada en niños que presentan intolerancia a la lactosa.

INTRODUCCION

La desnutrición es un grave problema de salud pública que afecta principalmente a niños en países de clima tropical y subtropical. Las causas pueden ser múltiples; entre las principales se cuentan la falta de un ambiente sano, malnutrición materna y prácticas deficientes de destete como lo es un destete temprano seguido de un pobre aporte suplementario de alimentos (1).

Para el tratamiento de la desnutrición se han usado diversas materias primas como son leche descremada diluida, caseinato de calcio, soya y otros alimentos vegetales entre los que se encuentra el garbanzo (2-7). Esta leguminosa combinada con otros alimentos ha sido utilizada en la alimentación de niños normales y desnutridos con muy buenos resultados (8-10).

Para el tratamiento de la desnutrición en México se utiliza con éxito el caseinato de calcio y la soya. Sin embargo, en ocasiones hay escasez de estos productos por lo que en este trabajo se estudió el garbanzo como posible sustituto de ellos. Para el efecto se determinó el balance de nitrógeno en niños desnutridos utilizando garbanzo y una fórmula comercial de soya.

MATERIAL Y METODOS

Fórmulas

La fórmula de soya es un producto industrial elaborado por la Compañía Mead Johnson de México (Sobee) y es utilizado en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional de la ciudad de México en niños lactantes desnutridos que son intolerantes a la leche de vaca. Es un producto en polvo cuya composición química es la siguiente: hidratos de carbono, 53.0%; proteína, 22.0%; lípidos, 18.0%; minerales, 4.0%; fibra, 1.0%, y humedad 2.0%. Para su utilización se diluye al 12.0% en agua y se añade 1.0% de aceite de girasol.

Para la elaboración de la fórmula de garbanzo, se utilizó garbanzo (variedad macarena) obtenido en un centro comercial de la ciudad de México. El procesamiento a que se sometió fue el siguiente: el garbanzo entero se coció en agua (relación sólido líquido 1:3) durante 2 horas y media, con recuperación del agua perdida por evaporación. Al término del cocimiento se eliminó el caldo o agua de cocción, y el grano se secó en charolas de aluminio a 60 - 70°C durante 16-18 horas; a continuación se molió en un molino de laboratorio (Arthur Thomas Co.) hasta pasar la malla No. 60. En esta forma se determinó su composición química según las técnicas de la AOAC (11), que fue la siguiente: humedad, 4.6%; cenizas, 2.3%; grasa, 8.0%; proteína, 18.9%; fibra, 3.1% y carbohidratos (obtenidos por diferencia), 63.1%. Esta harina de garbanzo

(130 g) se mezcló con glucosa anhidra (30 g), aceite de maíz (10 ml) y agua (hasta completar un litro), en una licuadora por 10 minutos, y se envasó en biberones. Estos últimos se esterilizaron en el autoclave durante 10 minutos a 15 psi, y ya enfriados se les añadió una gota de un preparado de polivitaminas, y luego se proporcionaron a los niños. La preparación se hizo diariamente: el primer biberón se dio inmediatamente después de su elaboración, y los demás se conservaron en congelación por un tiempo máximo de 24 horas. La composición química de ambas fórmulas líquidas se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA DE LAS FORMULAS NO LACTEAS A
BASE DE GARBANZO Y SOYA
(g/100 ml)

Nutriente	Garbanzo	Soya
Proteína	2.46	2.86
Grasa	2.04	3.34
Carbohidratos	11.20	6.89
Minerales	0.30	0.52
Fibra	0.40	—
Kcal	73.00	69.10

Pacientes

Se utilizaron 17 niños del sexo masculino de dos a nueve meses de edad que ingresaron al hospital por problemas de gastroenteritis. En su mayoría eran intolerantes a la lactosa, tanto clínicamente como por presentar evacuaciones ácidas y por presencia de ellas de azúcares reductores. Siete de los niños se alimentaron con la fórmula de garbanzo, y 10 con la de soya (Sobee), durante un período de tres días como prebalance, y otros tres días para el balance de nitrógeno. En el prebalance, los niños ingirieron exclusivamente la fórmula preparada cada 4 hr. Para el balance en sí, los niños se trasladaron a hamacas metabólicas con sujetadores para pies y manos, y con un orificio para la recolección de evacuaciones. La hamaca se colocó encima de cada cuna, sujeta a los barandales de la misma por cordones.

Se administraron seis biberones por día con intervalos de 4 hr, variando la cantidad de acuerdo al peso; no se les administró medicamento alguno ni otros alimentos distintos a la fórmula indicada. Durante el período de balance se midió el volumen de las fórmulas ingerido y la orina se recolectó diariamente en recipientes de plástico que contenían unas gotas de ácido acético como fijador del nitrógeno. Se midió el volumen y se conservó en refrigeración hasta el momento de su análisis. Para la recolección de las heces se le dio al niño, antes del primer biberón de cada

día, una solución de rojo carmín, y las heces se recolectaron en recipientes tarados colocados debajo del orificio de la hamaca. Al final del período señalado por la presencia del rojo carmín en las heces, se pesó el recipiente con las heces, y se guardaron en congelación hasta su análisis.

Determinaciones

Se determinó el peso y el contenido de proteínas séricas en cada paciente antes y después de finalizado el balance. Diariamente se determinó también el contenido de nitrógeno en la orina, heces y alimento por el método de Kjeldahl (11).

El balance de nitrógeno y el valor biológico se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

$$BN = N \text{ ingerido} - N \text{ orina} - N \text{ fecal y } VB = \frac{o/o \text{ Retención}}{o/o \text{ Absorción}} \times 100$$

donde: BN = balance de nitrógeno, N = nitrógeno y VB = valor biológico.

Con los datos obtenidos de las dos fórmulas se efectuó la prueba de "t" de Student (12). Los resultados correspondientes a cada caso son el promedio de los tres días del balance \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se detallan las características clínicas de los niños al inicio del balance, así como su contenido de albúminas y globulinas. Todos los pacientes acusaron algún grado de desnutrición, ya que el déficit de peso varió desde un 100/o en el caso No. 11, hasta un 530/o en el caso No. 10, presentando los niños de más edad una pérdida de peso mayor que los de menor edad.

Es un hecho conocido que la concentración de albúminas constituye un reflejo de la calidad nutricional de la dieta (13). Por lo tanto, el incremento de esta proteína durante el período de balance en casi todos los casos, podría indicar de manera gruesa que las fórmulas eran adecuadas, y que si persistía más tiempo la alimentación, podría ser factible que se alcanzaran los valores considerados como normales (14).

En la Tabla 3 se exponen los datos de la ingestión de alimento, así como la cantidad de orina y heces recolectadas, el número de evacuaciones por día y su consistencia. Debido a su diferente edad, los niños ingirieron diferentes volúmenes de alimento. El volumen de orina excretado estuvo en relación directa al volumen de alimento ingerido; el número de evacuaciones en los niños que ingirieron la fórmula de garbanzo en promedio fue de 5.4, con variaciones de 2 en el caso No. 6, hasta 8 en el caso No. 4. En cambio, para los que ingirieron la soya, el promedio fue de 5.3 con variaciones de 3 en el caso No. 14, hasta 9 en el caso No. 10; sin embargo, es importante señalar que la consistencia fue pastosa en las evacuaciones de los niños que ingirieron el garbanzo, y fue semilíquida en los que consumieron la soya. Desde el punto de vista psicológico y quizá funcional, este hallazgo representa una ventaja al utilizar garbanzo en vez

TABLA 2
CARACTERISTICAS CLINICAS Y PESO DE LOS NIÑOS

Fórmula de garbanzo									
Caso No.	Edad (meses)	Peso (kg)	Peso normal para la edad*	Déficit de peso (o/o)	Diagnóstico	n Albúminas		Globulinas	
						Inicio	Final	Inicio	Final
1	2	4.050	5.240	23	Diarrea ¹	—	—	—	—
2	3	3.600	6.075	41	Diarrea ¹	2.7	3.9	3.9	3.4
3	3	3.560	6.075	41	Intolerante ²	3.1	2.8	3.0	4.4
4	9	4.440	9.070	51	Intolerante ²	3.7	3.8	3.4	3.7
5	5	6.050	7.285	17	Intolerante ²	—	—	—	—
6	7	6.470	8.235	21	Intolerante ²	2.4	2.6	2.6	3.2
7	8	5.320	8.690	39	Intolerante ²	3.9	3.2	3.4	4.1
Fórmula de soya									
8	3	3.250	6.075	47	Diarrea ¹	3.9	2.7	2.8	3.9
9	6	5.650	7.800	28	Diarrea ¹	3.9	3.1	3.7	3.8
10	9	4.290	9.070	53	Diarrea ¹	3.3	3.6	3.8	3.6
11	5	6.540	7.285	10	Intolerante ²	3.4	3.4	3.0	2.7
12	5	5.830	7.285	20	Intolerante ²	3.4	3.8	3.2	2.5
13	2	2.860	5.240	45	Intolerante ²	2.0	2.3	1.9	1.5
14	3	4.650	6.075	24	Intolerante ²	3.5	3.7	3.1	3.3
15	3	3.420	6.075	44	Intolerante ²	2.9	3.0	3.4	3.7
16	8	5.170	8.690	40	Intolerante ²	3.2	3.6	3.5	3.7
17	4	5.100	6.725	24	Diarrea ¹	3.4	3.8	2.3	2.9

* Según los patrones de referencia del Dr. Ramón Galván (23).

1 Diarrea de evolución prolongada.

2 Diarrea de evolución prolongada y con intolerancia a la lactosa.

de soya. Al mismo tiempo, se confirmaron los resultados de otros autores que han descrito al garbanzo como un factor antidiarréico (15, 16). No obstante, ya que en este trabajo se dió solo garbanzo sin combinar con otro alimento, en dos casos se notó distensión abdominal en los que se palpaban las asas intestinales llenas de materia fecal. Un estudio radiológico al respecto no mostró ninguna complicación, y los niños terminaron normalmente el balance.

En las Tablas 4 y 5 se presentan los resultados del balance en g/día y en mg/kg de peso/día, respectivamente. Todos los niños que ingirieron la fórmula de garbanzo tuvieron balance positivo a pesar de que el caso No. 4 tuvo un balance negativo el primer día. Estos resultados pueden considerarse como buenos, sobre todo si se tiene en cuenta que el garbanzo no está suplementado con metionina que es su aminoácido limitante (17) o con otro alimento, lo que confirma la buena calidad proteínica de esta leguminosa (18). Con respecto a los niños que ingirieron la fórmula de soya, uno acusó balance negativo como resultado del balance negativo del primer día, ya que en los dos días siguientes el balance fue positivo. Se supone que este niño no tuvo el tiempo suficiente de prebalance para estabilizar su excreción de orina, dado que en ese primer día del balance se eliminó una cantidad de 2.75 g N, que es un valor similar a la excreción que tuvieron otros niños que ingirieron el doble del volumen de la fórmula, y por lo tanto, de nitrógeno.

En la Tabla 6 se presentan los valores de absorción, retención y valor biológico de los niños que ingirieron las dos fórmulas. En el caso de la soya se encontró una absorción promedio de 69.60/o —valor ligeramente inferior al reportado por otros autores (19-21)— aunque la retención (24.30/o) y el valor biológico (340/o) sí fueron similares. Para la fórmula de garbanzo se tuvieron porcentajes de absorción, retención y valor biológico de 72.4, 26.4 y 35.1, respectivamente. Estos valores no fueron estadísticamente diferentes de los obtenidos con la soya, y pueden considerarse normales en vista de que estas dos leguminosas tienen un menor contenido de aminoácidos esenciales y una menor digestibilidad que los hacen tener un menor valor biológico que los alimentos de origen animal. La Figura 1 ilustra las curvas de regresión de las fórmulas de soya y garbanzo, en las que se encontró que la fórmula de soya tuvo un mayor índice de balance de nitrógeno que la fórmula de garbanzo.

Es importante mencionar que la ingestión del garbanzo en biberones presentó algunos problemas en aquéllos que fueron congelados, ya que el producto congelado puesto a temperatura normal resultó más espeso que el recién preparado. Este congelamiento se podría evitar o bien podría utilizarse la amilasa que licúa el producto como ya lo han notificado otros autores (10, 22).

A partir de los resultados obtenidos, es factible concluir que el garbanzo puede ser utilizado como fuente proteínica en el tratamiento de diarreas severas en niños en que exista intolerancia a la leche, ya que dió un balance de nitrógeno positivo, y un valor biológico similar al de la soya que se usa en forma rutinaria para este tipo de problema.

TABLA 3

ALIMENTO INGERIDO, VOLUMEN DE ORINA Y PESO DE HECEs DE LOS NIÑOS QUE SE ALIMENTARON CON LAS FORMULAS DE GARBANZO Y DE SOYA

Caso No.	Garbanzo alimento ingerido ml/día*	Volumen orina ml/día*	Peso de heces g/día*	Número de evacuaciones/día	Consistencia
1	706 ± 146	290 ± 92	236 ± 112	7	Pastosa
2	1083 ± 118	550 ± 38	232 ± 21	6	Pastosa
3	592 ± 15	238 ± 20	185 ± 26	6	Pastosa
4	1073 ± 60	502 ± 87	345 ± 41	8	Pastosa
5	1245 ± 49	562 ± 103	154 ± 18	4	Pastosa
6	845 ± 78	270 ± 70	205 ± 81	2	Pastosa
7	739 ± 30	327 ± 19	92 ± 6	5	Pastosa
<i>Soya</i>					
8	908 ± 127	327 ± 16	268 ± 22	7	Semilíquida
9	1280 ± 12	743 ± 107	121 ± 51	4	Semilíquida
10	1104 ± 32	392 ± 113	367 ± 65	9	Semilíquida
11	1293 ± 244	599 ± 83	224 ± 100	4	Pastosa
12	1281 ± 10	588 ± 120	173 ± 120	5	Pastosa
13	438 ± 50	190 ± 37	65 ± 16	6	Semilíquida
14	911 ± 147	518 ± 82	158 ± 17	3	Líquida
15	1035 ± 112	413 ± 126	173 ± 37	4	Líquida
16	521 ± 27	274 ± 40	138 ± 80	6	Líquida
17	827 ± 177	323 ± 27	221 ± 40	5	Semilíquida

TABLA 4
BALANCE DE NITROGENO OBTENIDO CON LAS FORMULAS DE
GARBANZO Y SOYA
(g/día)

<i>Garbanzo</i>					
Caso No.	N ingerido g/día	N orina g/día	N heces g/día	Balance de nitrógeno g/día g/total	
1	2.67 ± 0.56	1.29 ± 0.19	0.91 ± 0.31	0.47 ± 0.32	1.41
2	4.39 ± 0.40	1.96 ± 0.10	1.00 ± 0.14	1.43 ± 0.43	4.29
3	2.36 ± 0.06	1.01 ± 0.10	0.75 ± 0.03	0.60 ± 0.14	1.80
4	4.25 ± 0.24	2.45 ± 0.37	1.61 ± 0.08	0.19 ± 0.29	0.57
5	5.47 ± 0.79	2.42 ± 0.87	0.67 ± 0.10	2.38 ± 0.96	7.14
6	3.06 ± 0.28	1.56 ± 0.32	0.94 ± 0.29	0.56 ± 0.61	1.68
7	1.72 ± 0.09	0.57 ± 0.04	0.41 ± 0.22	0.74 ± 0.17	2.22
<i>Soya</i>					
8	3.95 ± 0.55	1.51 ± 0.14	1.30 ± 0.22	1.14 ± 0.39	3.42
9	5.00 ± 0.05	1.97 ± 0.22	0.99 ± 0.19	2.04 ± 0.11	6.12
10	6.72 ± 0.20	2.41 ± 0.33	1.78 ± 0.32	2.53 ± 0.80	7.59
11	5.13 ± 0.97	2.26 ± 0.49	1.63 ± 0.60	1.24 ± 0.20	3.72
12	5.09 ± 0.04	2.00 ± 0.46	1.37 ± 0.86	1.72 ± 0.65	5.16
13	1.46 ± 0.17	0.60 ± 0.01	0.51 ± 0.06	0.35 ± 0.16	1.05
14	2.81 ± 0.45	2.00 ± 0.66	0.97 ± 0.12	0.16 ± 1.19	0.48
15	3.49 ± 0.38	1.81 ± 0.33	0.83 ± 0.20	0.85 ± 0.15	2.55
16	1.84 ± 0.10	1.01 ± 0.15	0.76 ± 0.21	0.07 ± 0.04	0.21
17	4.38 ± 0.91	1.58 ± 0.47	1.38 ± 0.41	1.42 ± 0.40	4.26

N = Nitrógeno.

TABLA 5
BALANCE DE NITROGENO OBTENIDO CON LAS FORMULAS DE
GARBANZO Y SOYA
(mg/kg/día)

<i>Garbanzo</i>					
Caso No.	N ingerido mg/kg/día	N orina mg/kg/día	N fecal mg/kg/día	Balance de nitrógeno mg/kg/día mg/kg total	
1	659 ± 135	318 ± 47	226 ± 73	115 ± 78	345
2	1219 ± 111	545 ± 29	277 ± 39	397 ± 119	1191
3	661 ± 18	283 ± 27	210 ± 8	168 ± 39	504
4	957 ± 54	551 ± 83	363 ± 17	43 ± 65	129
5	904 ± 131	399 ± 145	112 ± 17	393 ± 158	1179
6	473 ± 43	241 ± 50	146 ± 45	86 ± 94	258
7	324 ± 17	107 ± 7	76 ± 42	141 ± 33	423
<i>Soya</i>					
8	1218 ± 170	465 ± 42	400 ± 69	353 ± 121	1059
9	885 ± 8	349 ± 39	174 ± 33	362 ± 19	1086
10	1565 ± 45	562 ± 76	415 ± 75	588 ± 185	1764
11	784 ± 148	346 ± 76	250 ± 91	188 ± 30	564
12	873 ± 7	344 ± 78	235 ± 149	294 ± 111	882
13	509 ± 58	211 ± 3	180 ± 22	118 ± 55	354
14	605 ± 98	430 ± 142	208 ± 26	-33 ± 256	-99
15	1020 ± 111	530 ± 97	243 ± 59	247 ± 43	741
16	356 ± 19	195 ± 29	147 ± 40	14 ± 6	42
17	858 ± 177	310 ± 91	270 ± 81	278 ± 78	834

TABLA 6

**ABSORCION, RETENCION Y VALOR BIOLOGICO DE LAS FORMULAS
DE GARBANZO Y SOYA**

<i>Garbanzo</i>			
Casos	o/o de absorción	o/o de retención	Valor biológico (o/o)
1	65.7	17.4	26.5
2	77.3	32.6	42.2
3	68.2	25.4	37.2
4	62.1	4.5	7.2
5	87.6	43.5	49.7
6	69.1	18.2	26.3
7	76.5	43.5	56.9
$\bar{x} \pm DE$	72.4 ± 8.7	26.4 ± 14.4	35.1 ± 16.7
<i>Soya</i>			
8	67.2	29.0	43.1
9	80.3	40.9	50.9
10	73.5	37.6	51.1
11	68.1	24.0	35.2
12	73.1	33.7	46.1
13	64.6	23.2	35.9
14	65.6	-5.4	-8.2
15	76.2	24.2	31.8
16	58.9	3.9	6.6
17	68.5	32.4	47.3
$\bar{x} \pm DE$	69.6 ± 6.2	24.3 ± 14.6	34.0 ± 19.8

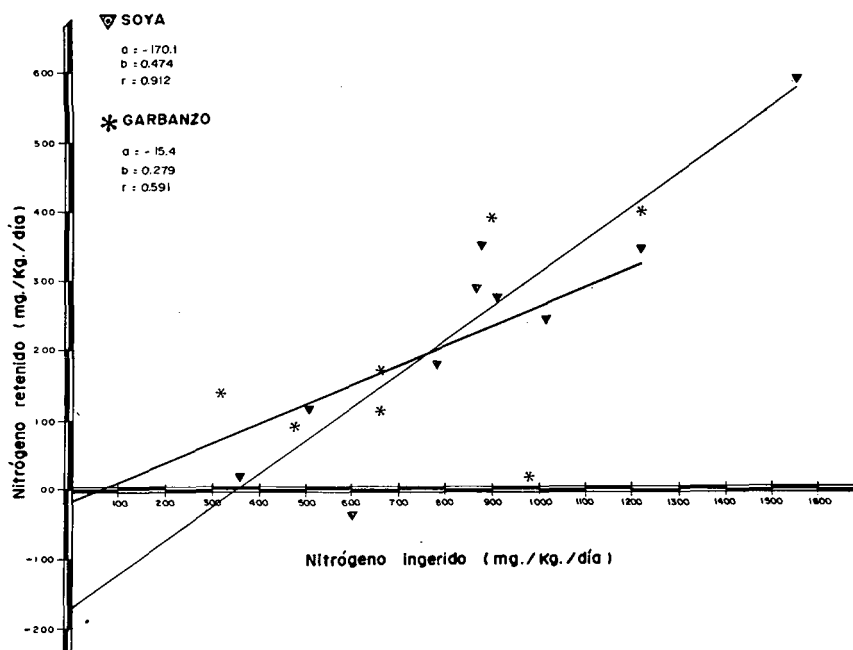


FIGURA 1

Curva de regresión de nitrógeno ingerido vs nitrógeno retenido de las fórmulas de soya y garbanzo

SUMMARY

USE OF CHICK-PEA (*Cicer arietinum* L.) IN NON-DAIRY FORMULAS.
 II. NITROGEN BALANCE IN CHILDREN WITH INTOLERANCE TO
 LACTOSE, FED WITH A FORMULA BASED ON CHICK-PEA AND
 A COMMERCIAL SOY PRODUCT

The nutritive value of chick-pea and soy infant formulas was evaluated. Nitrogen balance was performed in 17 malnourished babies, seven of which were fed with the chick-pea formula, and 10 with the soy commercial formula (Sobee). The percentage of absorption, retention and biological value of the chick-pea formula were 72.4, 26.4 and 35.1, respectively and 69.6, 24.3 and 34.0 in the same order, with the soy formula. Since the nutritional quality of the chick-pea was not different to the commercial soy formula and the diarrhea was better controlled by the former, this formula could be recommended in the treatment of lactating babies with lactose intolerance.

BIBLIOGRAFIA

1. Mata, L. Breast-feeding: Main promoter of infant health. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 2058-2065, 1978.
2. Graham, G. G., E. Morales, G. Acevedo, R. P. Placko & A. Cordano. Dietary protein quality in infants and children. IV. A corn soy milk blend. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**: 416-422, 1971.
3. Graham, G. G., R. P. Placko, E. Morales, G. Acevedo & A. Cordano. Dietary protein quality in infants and children. VI. Isolated soy protein milk. *J. Dis. Child.*, **120**: 419-423, 1970.
4. Bhagevan, R. K., T. R. Doraiswamy, N. Subramanian, *et al.* Use of isolated vegetable proteins in the treatment of protein malnutrition (Kwashiorkor). *Am. J. Clin. Nutr.*, **11**: 127-133, 1982.
5. Devadas, R. P., U. Chandrasekhar, G. Vasanthamany & V. Gayathry. Evaluation of a mixture based on sunflower meal, bengal gram flour and sesame on school children. *Ind. J. Nutr. Diet.*, **14**: 291-295, 1977.
6. Sadre, M., R. Payan, G. Donoso & H. Hedayat. Protein food mixture for Iran. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **60**: 131-134, 1972.
7. Liener, I. E. Nutritional aspects of soy protein products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**: 454A-472A, 1977.
8. Asfour, R. Y., R. I. Tannous, Z. I. Sabry & J. W. Cowan. Protein-rich food mixtures for feeding infants and young children in the middle east. II. Preliminary clinical evaluation with Laubina mixtures. *Am. J. Clin. Nutr.*, **17**: 148-151, 1965.
9. Pak. N. & I. Barja. Mezcla de alimentos de adecuado valor proteico recomendables para la alimentación del lactante y preescolar. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **21**: 473-484, 1971.
10. Barja, I., M. Muñoz, G. Solimano, E. Vallejos, O. Unduraga & M. A. Tagle. Fórmula de garbanzo (*Cicer arietinum*) en la alimentación del lactante sano. Comunicación preliminar. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **21**: 485-492, 1971.
11. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC 11th ed.* Washington, D. C., The Association, 1970.
12. Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. *Principles and Procedures of Statistics.* New York, N. Y., McGraw Hill, Book Co., 1960.
13. Waterlow, J. C. Kwashiorkor revisited: The pathogenesis of oedema in Kwashiorkor and its significance. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.*, **78**: 436-441, 1984.
14. Prasanna, H. A., B. L. M. Desai & M. Narayana Rao. Detection of early protein-calorie malnutrition (pre-Kwashiorkor) in population groups. *Brit. J. Nutr.*, **26**: 71-74, 1971.
15. Patwardham, V. N. Pulses and beans in human nutrition. *Am. J. Clin Nutr.*, **11**: 12-30, 1962.
16. Vallejos, E., M. E. Rodrigan, I. Barja, *et al.* Mamadera de garbanzo (*Cicer arietinum*) en el tratamiento de la diarrea prolongada del lactante desnutrido de tercer grado. *Rev. Chil. Ped.*, **43**: 17-21, 1972.
17. Chatterjee, S. R. & Y. P. Abrol. Amino acid composition of new varieties of cereals and pulses and nutritional potential of cereal-pulse combinations. *J. Food Sci. Tech.*, **12**: 221-227, 1975.
18. Hernández, M. & A. Sotelo. Nutritional evaluation of wheat flour cookies supplemented with chickpea, cheese whey and amino acids. *Nutr. Reps. Internat.*, **29**: 845-858, 1984.

19. Dutra de Oliveira, J. E., L. Scatena & N. De Oliveira Netto. Clinical picture and nitrogen retention in malnourished children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **19**: 352-355, 1960.
20. Shenai, J. P., B. M. Jhavery, J. W. Reynolds, P. K. Huston & S. C. Babson. Nutritional balance studies in very low-birth weight infants. Role of soy formula. *Pediatrics*, **67**: 631-637, 1981.
21. Sotelo, A., M. Hernández & S. Frenk. Evaluación biológica en ratas y en humanos de un producto lácteo sin lactosa y de una fórmula proteínica de soya para uso en la desnutrición proteínico-energética. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 333-342, 1984.
22. Pak, N., E. Fernández, M. E. Radrigan, J. Hormazabal, J. Fernández, M. E. Tastet, I. Barja, A. Cubillos, H. Araya & E. Atalah. Fórmula de garbanzo (*Cicer arietinum*) para la alimentación del lactante desnutrido. Estudio de balance nitrogenado. *Pediatría (Santiago)*, **22**: 92-97, 1979.
23. Ramos-Galván, R. Somatometría pediátrica. Estudio semilongitudinal en niños de la ciudad de México. *Arch. Inv. Med.*, **5**(Suppl. 1): 83-396, 1975.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A LOW-COST AMARANTH (*Amaranthus cruentus*) CONTAINING FOOD FOR PRESCHOOL CHILDREN

F. R. del Valle,¹ *A. Sánchez-Marroquín*,² *M. Escobedo*,³ *R. Avitia*,³
H. Bourges,⁴ *S. Maya*,² *M. Vega*⁵ and *R. Becker*⁶

Fundación de Investigaciones en Ciencias Alimentarias y Nutrición
Chihuahua, Chihuahua, México

SUMMARY

A powdered blend for feeding preschool children was prepared from whole amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds, pearled oats, soybeans, sucrose and vegetable oil. The blend was similar in proximal chemical analysis and total caloric content, and identical in calorie distribution and vitamin and mineral patterns to a soy/oats infant formula previously developed. The amaranth blend equalled the FAO/WHO 1973 children's pattern in tryptophan, and exceeded this pattern, as well as the soy/oats formula in all other essential amino acids; it reflected higher PER than casein and the soy/oats formula.

In feeding trials with children 1-3 years of age, no significant difference in weight gain was observed when either product was fed. The anticipated cost of the amaranth blend is 6% lower than that of the soy/oats formula.

Manuscrito modificado recibido: 25-8-87.

- 1 Fundación de Investigaciones en Ciencias Alimentarias y Nutrición, A. C., P. O. Box 1545, Sucursal C., Chihuahua, Chihuahua, México.
- 2 National Institute of Agricultural Research, Miami 40, Mexico D. F., Mexico.
- 3 Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih., Mexico.
- 4 Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Col. y Deleg. Tlalpan, 14000 Mexico D. F., Mexico.
- 5 Productos Alimenticios Delicias, S. A. de C. V., Cd. Delicias, Chihuahua, Mexico.
- 6 Western Regional Research Center, USDA-ARS, Berkeley, Ca., USA.

INTRODUCTION

Amaranth seed is a traditional food which has been known in Mexico since Aztec times, and which has been increasingly cultivated in that country as a possible means for improving diets. Although it possesses a high-quality protein, this product is considerably cheaper than other similar vegetable sources including soybeans; indeed, its price nearly equals that of corn (1).

As far as is known, use of amaranth seed flour in child feeding has not occurred up to now, either in clinical trials or through industrial production. In a previous work, Sánchez-Marroquín *et al.* (2) evaluated whole amaranth (*Amaranthus cruentus*) seed flour, either alone or in blends with oats and wheat, as a possible component for infant formulas. They found the 50/50 and 40/60 oats/amaranth blends to be particularly suitable for this purpose.

The development, evaluation and industrial production of a low-cost soy/oats infant formula was described in a previous paper (3). This product has been industrially produced and successfully marketed in Mexico since 1979 (4, 5). Due to its low cost and high nutritive quality, the soy/oats formula has also been successfully utilized by a number of pediatricians as a food for malnourished preschool children (6).

The purpose of this work, therefore, was to develop and evaluate a food for preschool children using the 50/50 oats/whole amaranth blend in combination with soybeans, which would be similar to the soy/oats formula previously mentioned.

Preschool children (ages 1 - 3) were selected for this study because in Mexico they constitute the most malnourished group of the early childhood years. Younger children are usually still being breast-fed, while older children command more attention and hence, obtain more food from their parents (7).

MATERIAL AND METHODS

Development and Processing of the Amaranth/Soy/Oats Blend

Whole amaranth seeds utilized in this research were from a selected line or RRC-1011 *Amaranthus cruentus* (S1-S-1011, Rodale Research Center, Kutztown, PA, USA). The ingredient composition for the amaranth/soy/oats blend was calculated, considering the proximate chemical analyses and amino acid patterns of the raw materials (2, 8), on the following bases: 1) optimum amino acid complementation between the raw materials (amaranth, soy, oats) proteins; 2) proximate chemical composition, calorie distribution and vitamin and mineral patterns to equal those of the soy/oats formula (3).

Basic ingredients utilized in preparing the amaranth/soy/oats blend were whole amaranth seeds, cracked dehulled soybeans, and pearled oat groats, proximate chemical compositions for which are reported in Table 1. Other ingredients used were sucrose, vegetable (safflower) oil, tricalcium phosphate (reagent grade), salt, vitamins, minerals and artificial (cream) flavoring. The amount of each vitamin and mineral required was

TABLE 1

PROXIMATE CHEMICAL ANALYSIS OF BASIC INGREDIENTS FOR
PREPARING THE AMARANTH/SOY/OATS FORMULA

Substance	Pearled oat groats ^a	Cracked dehulled soybeans ^b	Whole amaranth seeds ^c
Moisture	8.3		8.8
Protein	13.2		17.0
Ash	1.9		3.1
Fat	7.4		7.4
Crude fiber	1.2		13.1
Carbohydrate	68.0		50.6

a From Sánchez-Marroquín *et al.* (2).

b From Vega (See ref. 23).

c From Sánchez-Marroquín *et al.* (2).

calculated as the difference between levels contained in the soy/oats formula (3) and those calculated to be contained in the amaranth/soy/oats blend, from values reported in the literature for each ingredient (9).

After the ingredient composition had been calculated, the amaranth/soy/oats blend was prepared in the industrial plant of "Productos Alimenticios Delicias, S. A. de C. V." located in the Zona Industrial, Ciudad Delicias, Chihuahua, Mexico (4, 10), applying a process identical to that employed in the production of the soy/oats formula (3). Briefly, this process was as follows. Soybeans were cleaned and dehulled, after which they were mixed in the desired proportion with whole amaranth seeds and pearled oats. The amaranth/soy/oats mixture was cooked by extrusion in a Brady Model 206 extruder (Brady Extruder Corp., Torrance, CA, USA) at 160°C for approximately 90 sec. The product leaving the extruder was cooled and discharged into a 1,000-liter horizontal mixer, to which the required amounts of sucrose, vegetable oil and a premix (prepared in a 100-liter rhomboidal mixer) of vitamins, minerals and artificial flavor, were added. After thorough mixing of the material in the large mixer, it was finely ground in an Alpine Model A-400W pin mill (Alpine American Corp., Natick, MA, USA), after which it was packed in 25-kilo polyethylene bags. Rations to be utilized in the feeding trials were taken from these bags and prepared as noted elsewhere.

Chemical and Nutritional Evaluation of the Amaranth/Soy/Oats Blend

The proximate chemical analysis of the amaranth/soy/oats blend was determined according to the AOAC methods (11), while its calorie distribution pattern was calculated from the results obtained. The amino acid analysis of the formula was obtained according to the methods of Spackman *et al.* (12), and also of Kohler and Palter (13).

Protein efficiency ratio (PER) was determined by the methods of Munro and Allison (14), and that of Miller (15). These were as follows. Five male weanling rats, 22 - 23 days old and weighing 27 - 28 g were used in each of two determinations, one with the amaranth/soy/oats blend, and the other using casein as a reference protein. Before initiation of feeding, all animals were standardized by starving for 24 hr. Protein levels in both diets were adjusted to 100/o, and the feeding period was 28 days. Rat weights and amount of food consumed by each rat were recorded daily along the duration of the test period. All diets were analyzed by the Kjeldahl method (11) in order to determine the protein and nitrogen contents. Average PER values, with their corresponding standard deviations, were calculated for each group of animals fed the same diet.

Trypsin inhibitor activity of the amaranth/soy/oats blend was also determined (15).

Microbiological Assay

Total plate count, coliform bacteria as well as yeasts and molds were determined (17) to demonstrate the wholesomeness of the product.

Feeding Trials

Feeding trials with the amaranth/soy/oats formula were conducted with 13 malnourished preschool children (ages 1 - 3 years) from a low-income section of Chihuahua City, Mexico, who were supervised by a pediatrician. Children were medically examined before beginning the trials, and the following information recorded: age, weight, height, and clinical history. Each child was submitted to the following feeding regimens, in sequence, each lasting four weeks (28 days), with weekly-weight measurements and recordings: 1) a stabilization period with the amaranth/soy/oats blend to allow those children who were underweight from malnutrition, to attain normal weight; 2) a test period with the amaranth/soy/oats blend; 3) a test period with the soy/oats formula (3); and 4) a final control period during which children were no longer fed any formula, but were allowed to consume their usual diets. Although the researchers knew which product was being used in any given period, mothers did not; this was, therefore, a single-blind study.

Mothers were supplied weekly with daily rations of the product being utilized, and were taught to prepare it at home as a gruel ("atole"). The daily ration to be consumed by each child was calculated to supply 800/o of the child's protein requirement (2.0 g/kg/day for children of the range utilized in this study) (9). The exact amount of amaranth/soy/oats blend and soy/oats formula fed to each child is given in Table 2. Daily rations were preweighed and packed in polyethylene bags; they were then distributed to mothers who were instructed to insure that their children consumed one ration each day. Mothers were not checked daily to ascertain that they had fulfilled the latter commitment; however, those participating in the study were selected on the basis of their motivation and interest in the research, so that it is fairly certain that the instructions were followed. Besides the amaranth/soy/oats blend or soy/oats formula, mothers were told to feed their children their usual diet, *ad libitum*.

TABLE 2
DATA ON CHILDREN WHO PARTICIPATED IN FEEDING TRIALS

Child No.	Initial age		Initial weight, kg	Initial height, cm	Amount amaranth/soy/oats blend fed, g/day ^a	Amount soy/oats formula fed, g/day ^a
	Years	Months				
1	2	3	10.0	79	116	118
2	1	0	7.0	67	81	83
3	2	6	10.0	82	116	118
4	2	1	10.0	78	116	118
5	2	1	9.0	74	104	106
6	2	0	10.0	75	116	118
7	2	5	8.0	73	93	94
8	2	11	11.0	83	128	130
9	2	6	11.0	85	128	130
10	2	10	10.5	78	122	124
11	2	2	9.5	87	110	112
12	3	2	12.0	92	139	142
13	1	5	9.0	77	104	106

a Amount of amaranth/soy/oats blend and soy/oats formula fed was calculated so as to provide the equivalent of 2.0 g/kg/day of protein, which is 80% of the protein requirement for children of age range utilized in this study, according to Hernandez *et al.* (9).

Weight gains resulting from each four-week test period (28 days) (i.e., amaranth/soy/oats blend, soy/oats formula and control) were calculated, expressed as per cent gains with respect to initial weight, and recorded. Results were then analyzed by analysis of variance and the Student's "t"-test techniques (18).

Cost Evaluation

Because of currency fluctuations, cost of the amaranth/soy/oats blend was calculated relative to the cost of soybeans (= 100), and compared with that of the soy/oats formula (3) expressed on the same basis. Ingredient costs are current market prices in the Chihuahua, Delicias, Mexico area.

RESULTS AND DISCUSSION

Development and Processing of the Formula

Table 3 reports the ingredient composition for both the amaranth/soy/oats blend and the soy/oats formula (3). Unlike the latter, the

TABLE 3
COMPOSITION OF THE AMARANTH/SOY/OATS BLEND AND THE
SOY/OATS FORMULA

Ingredient	Amaranth/soy/oats blend, o/o	Soy/oats formula ^a , o/o
Whole amaranth seeds	28.8	—
Dehulled soybeans	16.1	32.1
Pearled oats	28.7	25.6
Sucrose	18.3	34.1
Vegetable oil	5.9	5.8
Tricalcium phosphate	1.2	1.2
Sodium chloride	0.5	0.5
DL-methionine	—	0.2
Vitamins and minerals.	0.4	0.4
Flavoring	0.1	0.1

a Del Valle *et al.* (3).

amaranth blend did not require addition of methionine because whole amaranth protein, which is high in sulfur-containing amino acids (2), made up for all deficiencies of these substances in the other two components. Table 3 also shows that the amaranth blend was lower in soybeans and sucrose than the soy/oats formula (16.1o/o vs 25.6o/o and 18.3o/o vs 34.1o/o, respectively). Both products, however, were similar in their contents of pearled oats (28.7o/o vs 25.6o/o).

The calculated vitamin and mineral contents of the amaranth/soy/oats blend are presented in Table 4. As noted previously, these contents were made identical to those of the soy/oats formula (3).

No processing or manufacturing difficulties were experienced when applying the process developed for the soy/oats formula (3) to the product containing amaranth.

Chemical and Nutritional Evaluation

As Table 5 shows, the amaranth/soy/oats blend and the soy/oats formula closely resembled each other in protein (17.2o/o vs 17.0o/o), fat (15.2o/o vs 14.5o/o) and carbohydrate (61.1o/o vs 61.1o/o). The calorie distribution patterns for the two products were identical (15o/o, 30o/o and 55o/o of total calories in protein, fat and carbohydrate, respectively, as observed in Table 6), while the total calories per 100 g product were very similar (450 vs 443, respectively). Results in Tables 5 and 6 are not surprising, since the amaranth/soy/oats blend was tailored to equal the soy/oats formula in proximate chemical analysis and calorie distribution pattern.

Table 7 compares the amino acid pattern of the amaranth blend with that of the soy/oats formula and the FAO/WHO 1973 (19) pattern for

TABLE 4

VITAMIN AND MINERAL CONTENT OF THE AMARANTH/SOY/OATS BLEND

Substance	Total content per 100 g blend
Vitamin A	1,800 I. U.
Thiamine	0.45 mg
Riboflavin	0.70 mg
Ascorbic acid	35 mg
Vitamin D	330 I. U.
Folic acid	25 mcg
Pantothenic acid	2 mg
Pyridoxine	0.30 mg
Niacin	5 mg
Vitamin E	4 I. U.
Vitamin B ₁₂	1 mcg

Copper	0.30 mg
Calcium	425 mg
Phosphorus	345 mg
Iron	12.6 mg
Zinc	3 mg
Iodine	53.4 mcg
Potassium	526 mg
Chloride	367 mg
Sodium	115 mg
Magnesium	50 mg

TABLE 5

PROXIMAL ANALYSIS OF AMARANTH/SOY/OATS BLEND AND SOY/OATS FORMULA

Substance	Amaranth/soy/oats blend, %	Soy/oats formula ^a , %
Protein ^b	17.2	17.0
Fat	15.2	14.5
Carbohydrate	61.1	61.1
Crude fiber	1.9	1.0
Ash	2.6	2.2
Moisture	1.7	4.0

a Del Valle *et al.* (3).

b N x 6.25.

TABLE 6
CALORIE DISTRIBUTION FOR AMARANTH/SOY/OATS BLEND AND
SOY/OATS FORMULA

Product	Percent of calories ^a in			Total calories per 100 g
	Protein	Fat	Carbohydrate	
Amaranth/soy/oats formula	15	30	55	450
Soy/oats formula ^b	15	30	55	443

a Calculated from proximal analysis, Table 5.

b Del Valle *et al.* (3).

TABLE 7
AMINO ACID ANALYSIS OF AMARANTH/SOY/OATS BLEND

Amino acid	Grams amino acid per 100 g protein		
	Amaranth/soy/oats blend	Soy/oats formula ^a	FAO/WHO (1973) children's pattern
Isoleucine	4.8	4.2	4.0
Leucine	8.2	7.6	7.0
Lysine	6.3	5.6	5.5
Total sulfur amino acids	4.0	4.2	3.5
Total aromatic amino acids	9.8	8.4	6.0
Threonine	4.1	3.5	4.0
Tryptophan	1.0	1.3	1.0
Valine	5.7	5.5	5.0

a Del Valle *et al.* (3).

children. The amaranth blend pattern exceeded both of the other two patterns in all essential amino acids, except tryptophan, in some cases by appreciable margins. Quite striking were the values observed in the amaranth blend for lysine, threonine and valine (6.3, 4.1 and 5.7 g/100 g protein, respectively). In the case of tryptophan, the amaranth product equalled the FAO/WHO (19) pattern.

Results of the PER determinations are shown in Table 8, which includes corrected PER (casein PER = 2.5) values for the soy/oats formula (3). Most interestingly, the amaranth blend (PER = 2.9) exceeded the soy/oats formula (PER = 2.4) and casein (PER = 2.5) by appreciable margins. These results are consistent with the excellent amino acid pattern reported for the amaranth blend in Table 7. As noted previously, the latter product equalled the FAO/WHO (19) pattern in tryptophan, and exceeded both the soy/oats formula and the FAO/WHO (19) pattern in all other amino acids.

TABLE 8

PROTEIN EFFICIENCY RATIO (PER) AND NET PROTEIN UTILIZATION
(NPU) VALUES FOR AMARANTH/SOY/OATS BLEND AND
SOY/OATS FORMULA

System	Absolute PER	Corrected PER	Absolute NPU	Relative NPU
Amaranth/soy/oats blend	3.7 ± 0.4	2.9	34.8 ± 10.6	111
Casein	3.2 ± 0.3	2.5	31.3 ± 14.0	100

Soy/oats formula ^a		2.4		87

a Del Valle *et al.* (3).

Trypsin inhibitor activity in the amaranth/soy/oats blend was found to be 5.7 TIU (trypsin inhibitor units) per milligram, which is approximately half that of the soy/oats formula (11.5 TIU/mg) (3). These levels were not considered to be nutritionally significant (20, 21).

Microbiological Assay

The product containing amaranth, as Table 9 shows, was considerably lower in total plate count (50 vs 5,000 per gram) and appreciably lower in yeasts and molds (20 vs 50 per gram) than the soy/oats formula (3). Neither product contained coliform bacteria. Both products fell within the limits established by the Mexican Government for the microbiological assay of infant formulas (10,000 per gram for total plate count and 100 per gram for yeasts and molds (22).

Feeding Trials

Height, weight and age data for children participating in the feeding trials are listed in Table 2, which also includes the amounts of amaranth/soy/oats blend and soy/oats formula fed to each child per day during the trials. Results of the feeding trials are summarized in Table 10, in the form of per cent weight gained (with respect to initial weight) when the different products were fed, as well as during the control period when children were allowed to consume their usual diets and no blend or formula was fed at all. Missing data in Table 10 (i.e., per cent weight gains for children 9 through 13 with all formulated products, and also for children 6 through 8 with the soy/oats formula) refer to subjects who, for different reasons (illness, moving to another location, or mother's loss of interest) were removed from the study.

Table 11, which details results of analysis of variance calculations performed on the data of Table 10, clearly shows that a significant difference did exist between type of feeding regimen ($p < 0.05$) but not, as might have been expected, between children. Application of "t"-tests to

TABLE 9
MICROBIOLOGICAL ASSAY OF AMARANTH/SOY/OATS BLEND
AND SOY/OATS FORMULA

Organism	Amaranth/soy/oats blend	Soy/oats formula ^a	Limits by Mex. Dept. Public Health ^b
Total plate count	50	5,000	10,000
Coliforms	Negative	Negative	Negative
Yeasts and molds	20	50	100

a Del Valle *et al.* (3).

b Mex. Dept. Public Health (22).

TABLE 10
WEIGHT GAIN DATA FOR FEEDING TESTS WITH CHILDREN

Child No.	Per cent weight gain in 28 days ^a			Control: no formula utilized; children fed usual diet
	Amaranth/soy/oats blend, stabilization period	Amaranth/soy/oats blend, test period	Soy/oats formula ^b test period	
1	10.0	0.0	0.0	5.0
2	14.3	0.0	14.3	0.0
3	5.0	5.0	0.0	0.0
4	10.0	0.0	5.0	0.0
5	11.1	5.6	0.0	0.0
6	0.0	5.0	—	-10.0
7	0.0	12.5	—	0.0
8	10.5	4.8	—	4.5
9	— ^c	—	—	0.0
10	—	—	—	4.8
11	—	—	—	0.0
12	—	—	—	0.0
13	—	—	—	0.0
Average	7.6	4.1	3.9	0.3

a Per cent weight gain in 28 days = weight increase during each 28-day test period, divided by initial weight and multiplied by 100.

b Del Valle *et al.* (3).

c No data.

individual average weight gain values between feeding regimens revealed that no significant difference existed between the products with and without amaranth during the test periods (4.10/o vs 3.90/o, respectively)

TABLE 11

RESULTS OF ANALYSIS OF VARIANCE FOR WEIGHT GAIN DATA*

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F value, experimental
Between feeding regimens	269.45	3	89.62	3.61 ^a
Between children	198.93	12	16.51	0.67 ^b
Random or residual	447.62	18	24.87	—
Total	916.00	33	—	—

* See Table 8.

a Significant at $p < 0.05$ level.

b Not significant.

but that significantly greater weight gains were obtained ($p < 0.01$) when either product was fed (4.10/o vs 3.90/o) than when no product was fed at all (control period, 0.30/o).

Interestingly, a significant difference ($p < 0.01$) was obtained in weight gain values between the stabilization and test periods when the formula containing amaranth was utilized: values were greater in the former than in the latter (7.60/o vs 4.10/o). This difference may best be explained by noting that children entering the feeding trials were fairly underweight due to malnutrition; weight gains obtained during the stabilization period, therefore, were probably due more to recovery from malnutrition than to normal growth. After the children had recovered during the stabilization period, weight gains obtained during the test period were then probably due to normal growth. This was, indeed, the reason for including the stabilization period prior to the test periods.

An explanation of why analysis of variance calculations were performed utilizing weight gain data for all children reported in Table 10—including those who did not participate in all four feeding trials—and not only for those who did participate in all trials (children Nos. 1 through 5) is as follows: 1) valid analysis of variance calculations may be performed, even if the number of subjects per dietary regimen is different (18); and 2) utilizing a greater number of subjects gives a better estimate of experimental error, with more degrees of freedom; as a result, significant effects are more easily detected by the F-test (18).

Cost Evaluation

As Table 12 reveals, the anticipated cost of the amaranth/soy/oats blend (155.74) was approximately 940/o that of the soy/oats formula.

TABLE 12
RELATIVE COST CALCULATION FOR AMARANTH/SOY/OATS
BLEND AND SOY/OATS FORMULA

Ingredient or operation	Relative cost per kilo of ingredient ^a	Relative cost per kilo of amaranth/soy/oats blend	Relative cost per kilo of soy/oats formula ^b
Whole soybeans	100.00	—	—
Cracked dehulled soybeans	118.26 ^c	19.51	37.96
Amaranth seed ^d	60.23	17.71	—
Pearled oats	147.73	34.18	29.86
Sugar	88.64	16.67	30.23
Vegetable oil	293.18	17.59	17.00
Mixing of raw materials	4.14 ^c	4.14	4.14
Extrusion	14.95 ^c	14.95	14.95
Grinding	30.99 ^c	30.99	30.99
Total		155.74	165.13

a Soybean, oats, sugar and vegetable oil prices from Vega (23).

b Del Valle *et al.* (3).

c Value calculated from Ponce (24).

d Amaranth seed prices from Sánchez-Marroquín (2).

CONCLUSIONS

A food for preschool children, which utilizes whole amaranth (*Amaranthus cruentus*) seed, pearled oats and soybeans as proteinaceous raw materials, was developed. The product contained lower proportions of soybeans and sucrose, but was similar to a soy/oats formula previously developed in its proximal chemical analysis, calorie distribution, as well as vitamin and mineral content; it exceeded the soy/oats formula in all essential amino acids except tryptophan. The product containing amaranth reflected a higher corrected PER than the soy/oats formula. In feeding trials carried out in children 1 - 3 years of age, no significant difference in weight gain was observed between test periods when children were fed the amaranth blend vs the soy/oats formula, although both products produced significantly greater weight gains than when no product was fed at all, and children were allowed to consume their usual diets. The anticipated cost of the amaranth blend was approximately 6% less than that of the soy/oats formula.

The amaranth product reflected a number of important advantages over the soy/oats formula: 1) its cost was somewhat lower; 2) it required a lower proportion of soybeans, which meant that a more expensive imported commodity would be replaced by a domestically grown product; and 3) a heretofore underutilized raw material of high nutritional quality (amaranth) could be exploited.

RESUMEN

DESARROLLO Y EVALUACION DE UN ALIMENTO DE BAJO COSTO
ELABORADO CON AMARANTO (*Amaranthus cruentus*), PARA
NIÑOS PREESCOLARES

Se elaboró una mezcla en polvo para la alimentación de niños preescolares, partiendo de semilla integral de amaranto (*Amaranthus cruentus*), avena perlada, frijol de soya, sacarosa y aceite vegetal. Se encontró que la mezcla era semejante en análisis químico proximal y contenido calórico total, e idéntica en patrón de distribución de calorías y contenido de vitaminas y minerales, a una fórmula infantil de soya y avena previamente desarrollada. La mezcla de amaranto igualó al patrón FAO/OMS 1973 para niños en su contenido de triptofano, y excedió a este patrón y a la fórmula de soya y avena en todos los otros aminoácidos esenciales; la misma mezcla reflejó un PER corregido mayor que los de la caseína, y la fórmula de soya y avena.

En pruebas de alimentación con niños de 1 - 3 años de edad, no se detectó diferencia significativa en aumento de peso, obtenido por los dos productos. El costo anticipado de la mezcla de amaranto es 6^o menor que el de la fórmula de soya y avena.

BIBLIOGRAPHY

1. Sánchez-Marroquín, A. **Potencialidad Agro-industrial del Amaranto.** México, D. F., México. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980.
2. Sánchez-Marroquín, A., F. R. Del Valle, M. Escobedo, R. Avitia, S. Maya & M. Vega. Evaluation of whole amaranth (*Amaranthus cruentus*) flour, its air-classified fractions and blends of these with wheat and oats as possible components for infant formulas. *J. Food Sci.*, 51(5): 1231, 1986.
3. Del Valle, F. R., H. Villanueva, J. Reyes-Govea, M. Escobedo, H. Bourges, J. Ponce & M. J. Muñoz. Development, evaluation and industrial production of a powdered soy-oats infant formula using a low-cost extruder. *J. Food Sci.*, 45(1): 192, 1981.
4. Del Valle, F. R. Industry-Government nutritional improvement programs: An experience in Mexico. *Food Technol.*, 36(10): 120, 1982.
5. Mermelstein, N. H. Soy-oats infant formula fights malnutrition in Mexico. *Food Technol.*, 37(8): 64, 1983.
6. Villanueva, H. Hospital Infantil del Estado de Chihuahua, Chihuahua, México. Private communication, 1983.
7. Escobedo, M. Instituto Chihuahuense de Investigación y Desarrollo de la Nutrición, Chihuahua. Chihuahua, Mexico, private communication, 1986.
8. FAO. **Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins.** Rome, Italy. Food and Agricultural Organization of the United Nations. (Publication with unspecified number).
9. Hernández, M., A. Chávez & H. Bourges. **Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos.** (7th ed.). México, D. F., México. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", 1977.
10. Harper, J. M. & F. R. Del Valle. Mexican soy plant. *Food Eng. Intl.*, 4(7): 122, 1979.
11. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** W. Horwitz (Ed.), Washington, D. C., The Association, 1970.

12. Spackman, D. H., W. H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**: 1190, 1958.
13. Kohler, B. C. & R. Palter. Studies on methods for amino acid analysis of wheat products. *Cereal Chem.*, **44**: 512, 1967.
14. Munro, H. N. & J. R. Allison. *Mammalian Protein Metabolism*, New York, Academic Press, 1964.
15. Miller, D. S. **A Process for Determination of NPU Using Rat Body Techniques: Evaluation of Protein Quality**. Washington, D. C. Natl. Acad. of Sciences, 1963. (Publ. No. 1100).
16. Rackis, J. J. In: **Soybeans: Chemistry and Technology**. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1972.
17. Frazier, W. C. **Food Microbiology**. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Co., Inc., 1958.
18. Snedecor, G. S. & W. G. Cochran. **Statistical Methods**. Ames, Iowa; The Iowa State University Press, 1967.
19. **FAO/WHO Energy and Protein Requirements. Ad hoc Expert Committee**. Rome, Italy, World Health Organization, 1973. (WHO Technical Report Series No. 522).
20. Rackis, J. J. Effects of soy protein containing trypsin inhibitor in long-term feeding studies in rats. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**: 162, 1979.
21. Liener, L. Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**: 121, 1979.
22. Mexican Dept. of Public Health. **Código Sanitario**. México, D. F., México, Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1974.
23. Vega, M. **Productos Alimenticios Delicias**, S. A. de C. V., Ciudad Delicias, Chihuahua, México. Private communication, 1986.
24. Ponce, J. **Productos Alimenticios Delicias**, S. A. de C. V., Ciudad Delicias, Chihuahua, México. Private communication, 1984.

MODELO PARA LA EXTRUSION DE MEZCLAS MAIZ: SOJA (70:30)

María V. Gonzalo de Gutiérrez¹ y Marta H. Gómez²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI)
y Universidad Nacional de Salta
Salta, Argentina

RESUMEN

La mayoría de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de los extruidos depende de la extensión de la degradación del almidón.

Un extruido de cereal tiene propiedades fisicoquímicas similares a una mezcla de almidón crudo, gelatinizado y dextrinizado. En base a este postulado, se elaboraron modelos de mezclas cereal:oleaginosa, y se aplicaron diferentes técnicas analíticas para su caracterización.

Los resultados revelaron que la muestra extruida de maíz:soja (70:30) en estudio, se asemejaba a una mezcla maíz:soja moderadamente dextrinizada obtenida en el laboratorio. Por consiguiente, podría ser usada en la preparación de papillas o alimentos precocidos.

INTRODUCCION

Se han realizado diversos trabajos teniendo en cuenta los constituyentes de un producto extruido.

Harper (1) menciona los diferentes ingredientes que pueden constituir un alimento a extruir, además del almidón, y el rol que éstos cumplen dentro del mismo. La proteína de soja a menudo se utiliza para aumentar el contenido proteínico de las mezclas de cereales extruidos, y mejorar la calidad de su proteína.

Manuscrito modificado recibido: 10-2-87.

- 1 Ingeniera en Industrias de la Alimentación del Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), y Becaria de Iniciación en CONICET, Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina.
- 2 Ingeniera en Industrias de la Alimentación y Profesora Adjunta en Ciencia y Tecnología de los Alimentos del citado Instituto, Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, 4400 - Salta, Argentina.

El comportamiento de otros ingredientes, tales como las grasas, también fue descrito por este autor, quien sostiene que los compuestos grasos pueden cubrir los gránulos de almidón, restringiendo la cantidad de agua que absorben.

Lorenz (2) hizo una comparación de las propiedades fisicoquímicas de almidones desgrasados y con grasa. Según indica, la eliminación de lípidos aumentaba la capacidad de enlace de agua, y los almidones no desgrasados poseían mayor solubilidad que los desgrasados.

Gómez y Aguilera (3, 4), por su parte, compararon varias mezclas preparadas mediante una combinación de harina de maíz cruda, gelatinizada y dextrinizada con productos extruidos a diferentes humedades. Los extruidos de maíz tenían propiedades similares a mezclas de maíz gelatinizado y dextrinizado solamente.

En los estudios sobre almidones, la viscosidad intrínseca es un índice muy útil y ampliamente aceptado para determinar dimensiones moleculares (5).

El objetivo de este trabajo fue analizar e interpretar los cambios que ocurren en las propiedades funcionales cuando se extruyen mezclas de maíz:soja en función de las variables del proceso; su relación con los componentes y con las características del producto final, e intentar probar la validez de un modelo simple que sostiene que un extruido de maíz:soja tiene propiedades fisicoquímicas similares a una mezcla de almidón de maíz, aislado y aceite de soja crudo, gelatinizado y dextrinizado.

MATERIAL Y METODOS

Preparación de Muestras

Para preparar la mezcla de maíz:soja (70:30) se utilizó sémola de maíz amarillo comercial y soja de INTA - Cerrillos (Salta), que se descascaró y molió hasta pasar la malla No. 14, serie ATSM.

La extrusión se realizó en un extrusor Brady 2160 Crop-Cooker, cuyos parámetros de trabajo eran: velocidad de tornillo, 1,000 rpm; caudal de alimentación, 450-500 kg/hr; temperatura de descarga, 195-200°C, y relación L/D, 7.5/1.

Las muestras cruda y extruida se molieron y tamizaron por malla 60, serie ATSM.

Una muestra de almidón de maíz crudo comercial y otra de maíz:soja (70:30) se dañaron mecánicamente en un homogeneizador Virtis 45. Se dividieron cada una en tres porciones: 1) Muestra dañada; 2) la muestra dañada se gelatinizó por cocción de una suspensión acuosa (5% p/p) en autoclave a 120°C, 3 horas, y se liofilizó, y 3) la tercera porción se dextrinizó tratando una muestra gelatinizada con 0.2% p/p de α -amilasa (BHD Chemicals Ltd-England) de origen bacteriano, a 90°C durante 1 hora, y luego se liofilizó.

El aislado de soja y el aceite crudo de soja fueron obtenidos en el laboratorio.

Para preparar los modelos se efectuaron mezclas binarias y ternarias, a saber:

Almidon: Aislado de soja (A:A) (73:27) crudo, gelatinizado y dextrinizado.
 Almidon: Aceite de soja (A:a) (85:15) crudo, gelatinizado y dextrinizado.
 Almidón: Aislado: aceite (A:A:a) (58:27:15) crudo, gelatinizado y dextrinizado.

El modelo que resultó comparable con la mezcla extruida se preparó partiendo de 50/o crudo, 65/o gelatinizado y 30/o dextrinizado de la muestra A:A:a (58:27:15).

Luego de liofilizadas todas las muestras se pasaron por malla 60, serie ATSM.

Métodos Analíticos

- * *Análisis proximal* — Se realizó de acuerdo al método de la AOAC (1975).
- * *Susceptibilidad enzimática (ES)* — Se determinó según el método descrito por Gómez y Aguilera (3), expresando el resultado en g de maltosa/100 g muestra seca.
- * *Índice de absorción (WAI) e Índice de solubilidad en agua (WSI)* — Se hallaron de acuerdo a las indicaciones de Anderson *et al.* (6). El WAI se define como los gramos de gel por gramo de muestra seca (g/g), y el WSI como los gramos de sólidos secos en 100 g de muestra.
- * *Dextrosa equivalente (ED)* — Se determinó siguiendo el método 80-69 de la AACC, y expresando el resultado en g/100 g azúcares reductores x 100 g/100 g sustancia seca.
- * *Viscosidad intrínseca* — Las muestras se disuelven siguiendo el método de Lanski descrito por Leach (5), y el resultado se expresa graficando viscosidad inherente vs. concentración, extrapolando hasta la abscisa cero.

$$D_{inh} = \left(\frac{1n/o}{C} \right) \quad C \rightarrow 0$$

donde: \bar{D} : Viscosidad de la muestra
 \bar{D}_0 : Viscosidad del KOH 1 N
 C : Concentración

- * *Microscopía* — Se utilizó un microscopio Wild Heerbrugg con luz blanca y luz polarizada, con un aumento de 400 X.
- * *Análisis de varianza* — Los datos obtenidos se analizaron por el método de Tukey para establecer comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 muestra el resultado del análisis proximal a que se sometió la mezcla de maíz:soja (70:30) cruda, que es la alimentación al extrusor y también en el producto extruido.

La baja en el valor de extracto etéreo de la muestra extruida se debe a pérdidas de grasa en el equipo y a probables combinaciones de la misma

TABLA 1
ANÁLISIS PROXIMAL DE LA MEZCLA MAÍZ:SOJA (70:30) CRUDA Y
EXTRUIDA
(g/100 g)^b

Componente	Mezcla M:S ^a (70:30)	
	Cruda	Extruida
Proteína	19.66	18.50
Extracto etéreo	7.45	5.50
Fibra	1.40	1.01
Ceniza	2.22	2.16
Nifext ^c	69.27	72.83
Humedad	11.72	8.91

a M:S = maíz:soja.

b Resultados expresados en base seca.

c Según el Institute Brewing Committee (7).

Nifext: Extracto libre de nitrógeno.

con otros componentes durante la extrusión-cocción que disminuyen su solubilidad cuando la extracción se hace con eter de petróleo.

Los valores obtenidos para el extruido concuerdan con las especificaciones de Harper y Jansen (8), en el caso de alimentos procesados para lactantes.

Los datos obtenidos de los diferentes ensayos aplicados a las muestras los ilustra la Figura 1.

La sigla ES indica aproximadamente el grado de modificación sufrido por el almidón. La muestra cocida de M:S (70:30) es más susceptible al ataque con α -amilasa debido a que su almidón está más modificado (gelatinizado y dextrinizado) que el de la muestra cruda. Por el mismo motivo, presenta un WSI superior al de la alimentación al extrusor.

El almidón gelatinizado tiene la capacidad mucho mayor de hincharse por absorción de agua que el gránulo crudo, lo que explica que en el extruido el WAI sea más elevado. Según Sandstedt y Abbott (9), el calor aumenta la vibración de los espacios intermoleculares permitiendo así una mayor penetración y absorción de agua, con el consecuente hinchamiento y liberación de algunas moléculas de almidón.

En la Figura 2 se aprecian las curvas de viscosidad inherentes a las dos muestras. Al realizarse la extrapolación a cero, se observa que el mayor valor de viscosidad intrínseca corresponde a la muestra menos degradada (1.26), lo que coincidiría con su estructura molecular, ya que las cadenas amiláceas del crudo se conservan intactas.

Las microfotografías de la Figura 3 verifican lo expresado arriba. La Figura 3A muestra la harina de maíz:soja (70:30) cruda con los gránulos de maíz enteros, los que se destacan en 3B porque presentan la característica cruz de malta al ser observados con luz polarizada.

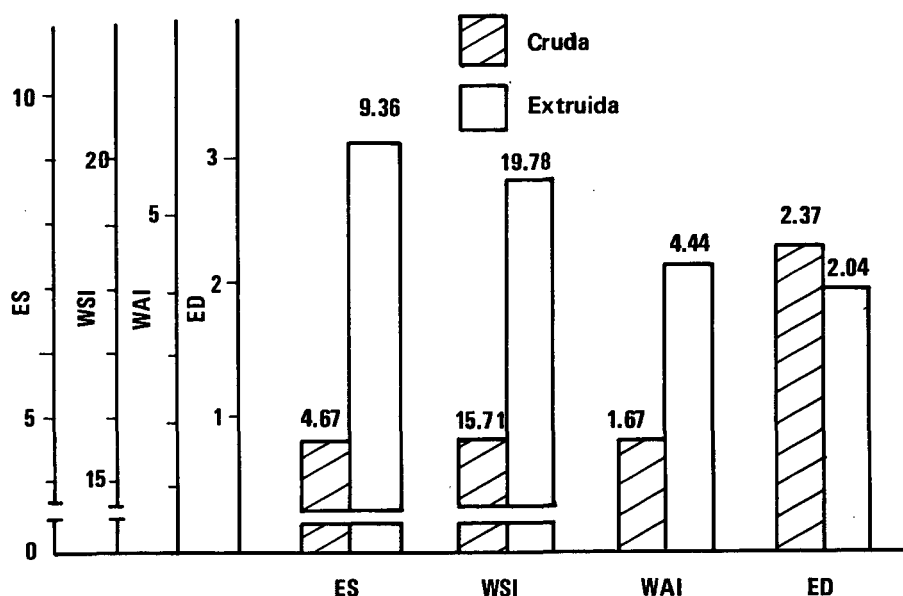


FIGURA 1

Características fisicoquímicas de las mezclas M:S (70:30) cruda y extruida

El extruido de maíz:soja (70:30), Figura 3C, no muestra birrefringencia debido a que el tratamiento de extrusión ha gelatinizado y dextrinizado la mayoría de los gránulos de almidón (> 950/o). Pueden observarse pequeñas gotas que corresponden al aceite que contiene la soja.

Se tomaron los valores de índice de solubilidad en agua y de susceptibilidad enzimática como indicativos de la degradación sucesiva del almidón, ya que sus valores aumentaban a medida que las cadenas amiláceas se acortaban como consecuencia del tratamiento sufrido. Esto se puede observar en la Tabla 2. Los porcentajes de los componentes (almidón, aislado y aceite de soja) de las mezclas binarias y ternarias se aproximan a los que se encuentran en la mezcla maíz:soja (70:30).

Los valores más elevados de WSI y ES corresponden a las mezclas dextrinizadas, y el mayor aumento del valor de WSI se observa entre las muestras gelatinizadas y dextrinizadas, podría considerarse como un índice de degradación de la fracción amilácea a nivel molecular, mientras que las diferencias pronunciadas en los valores de ES se dan entre las muestras crudas y gelatinizadas, siendo un indicio de la modificación sufrida por el gránulo de almidón.

Lo expresado con respecto a la interacción almidón-grasa, es verificado por Lorenz (2), ya que el agredado de aceite al almidón incrementa

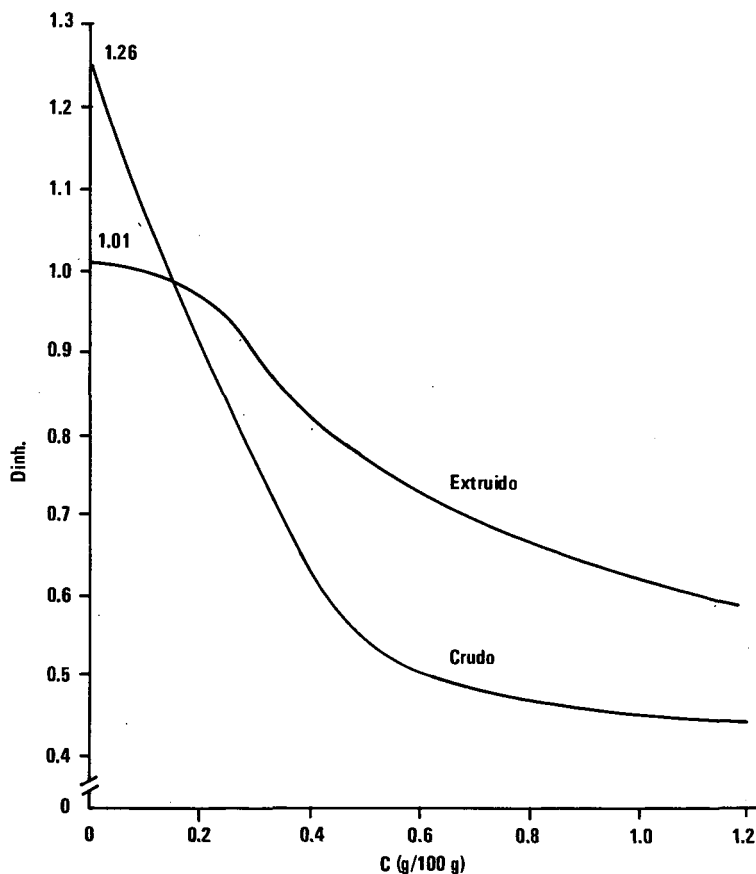


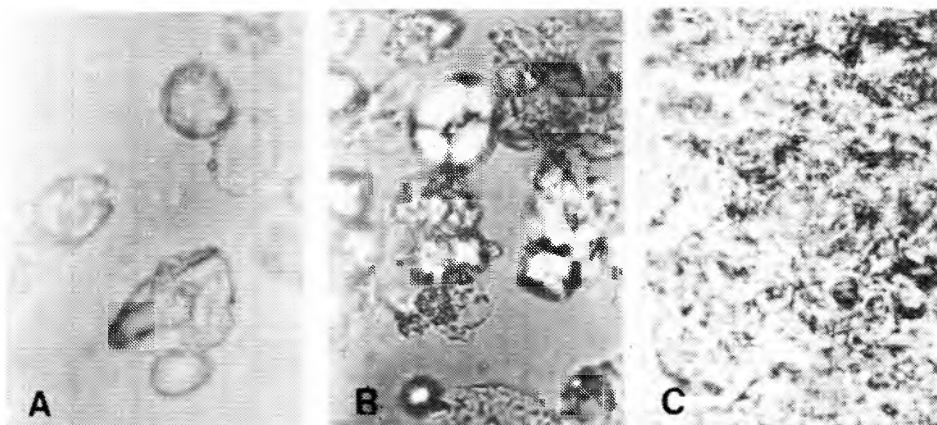
FIGURA 2

Viscosidad intrínseca de las mezclas maíz:soja (70:30) cruda y extruida

su solubilidad; por ejemplo, el WSI del almidón gelatinizado es 1.29, y el del almidón:aceite gelatinizado, es 14.73.

Los resultados de los procesos analíticos aplicados a la muestra extruida y al modelo preparado en el laboratorio que más se asemejan entre sí, se aprecian en la Tabla 3.

Los valores de WSI y WAI son similares en ambas muestras, mientras que el producto obtenido del extrusor acusa un leve aumento en ES (9.36 versus 7.36) y una notable disminución del valor de ED



- A Maíz:soja (70:30) cruda.
 B Maíz:soja (70:30) cruda observada con luz polarizada.
 C Extruido maíz:soja (70:30).

FIGURA 3

TABLA 2

INDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA Y SUSCEPTIBILIDAD ENZIMATICA DE
 MEZCLAS CRUDAS, GELATINIZADAS Y DEXTRINIZADAS

	WSI			ES		
	C	G	D	C	G	D
Almidón	0.72	1.29	86.24	2.31	9.75	14.11
M:S (70:30)	15.71	20.04	62.96	4.67	8.97	9.70
A:A (73:27)	1.32	4.71	64.87	2.53	9.89	8.52
A:a (85:15)	7.29	14.73	87.04	1.83	9.54	10.71
A:A:a (58:27:15)	5.32	7.15	53.74	2.78	7.43	7.84

C = crudo

G = gelatinizado

D = dextrinizado

M:S = maíz:soja

A:A = almidón:aislado

A:a = almidón:aceite

A:A:a = almidón:aislado:aceite

TABLA 3

**CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL MODELO Y DE LA MEZCLA
MAIZ:SOJA (70:30) EXTRUIDA**

	WSI	WAI	ES	ED
A:A:a (c:g:d) (5:65:30)	20.48	3.94	7.36	6.06
Extr. M:S (70:30)	19.78	4.44	9.36	2.04

A:A:a = Almidón:aislado:aceite.

c = Crudo; g = Gelatinizado; d = Dextrinizado.

(2.04 versus 6.06). Es posible que esto se haya debido a interacciones que se producen dentro del equipo y que son imposibles de reproducir en el laboratorio.

En conclusión, la mezcla de maíz:soja (70:30) extruida en el extrusor Brady Crop Cooker bajo las condiciones ya especificadas, se asemeja al modelo con modificación media equivalente a 65% gelatinizado y 30% dextrinizado. Por lo tanto, este producto podría utilizarse para preparaciones espesas tales como papillas o alimentos precocidos.

En base a los resultados encontrados, se recomienda para estudios posteriores, obtener una curva de manejo del extrusor variando algún parámetro del equipo.

SUMMARY

A MODEL FOR EXTRUSION OF CORN:SOY BLEND (70:30)

Most of the physicochemical and sensorial properties of the extrudates depend on the extent of the starch degradation.

A cereal extrudate has physicochemical properties similar to those of a blend of raw, gelatinized and dextrinized starch. Based on this postulate, models of cereal: oilseed blends were prepared, and different analytical techniques for their characterization were applied.

Results revealed that the corn:soy (70:30) extruded sample under study, was similar to moderately dextrinized corn:soy blend obtained in the laboratory. Therefore, it could be used to prepare "papillas" or precooked foods.

BIBLIOGRAFIA

1. Harper, J. M. *Extrusion of Foods*. Vol. II. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., 1981, p. 61.
2. Lorenz, K. Physicochemical properties of free-lipid cereal starches. *J. Food Sci.* 41: 1357-1359, 1976.

3. Gómez, M. H. & J. M. Aguilera. Changes in the starch fraction during extrusion cooking of corn. *J. Food Sci.*, 48(2): 378-381, 1983.
4. Gómez, M. H. & J. M. Aguilera. A physicochemical model for extrusion of corn starch. *J. Food Sci.*, 49(1): 40-43 & 63, 1984.
5. Leach, H. W. Determination of intrinsic viscosity of starches. *Cereal Chemistry*, 40(6): 593-600, 1963.
6. Anderson, R. A., H. F. Conway, V. F. Pfeifer & E. L. Griffin. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion-cooking. *Cereal Sci Today*, 14(1): 4, 1969.
7. Institute of Brewing Analysis Committee. Recommended methods of analysis. *J. Inst. Brew.*, 77: 181, 1971.
8. Harper, J. M. & G. R. Jansen. Production of nutritious precooked foods in developing countries by low-cost extrusion technology. *Food Revs. Internat.*, 1(1): 27-97, 1985.
9. Sandstedt, R. M. & R. C. Abbott. A comparison of methods for studying the course of starch gelatinization. *Cereal Sci. Today*, 9(1): 13-18 & 26, 1964.

EVALUACION NUTRICIONAL Y DE ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE MEZCLAS EXTRUIDAS CON SORGO

Rubén R. Gutiérrez,¹ Margarita A. de Romano² y Marta H. Gómez²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional de Salta,
Salta, Argentina

RESUMEN

Se extruyeron mezclas binarias sorgo:soja (70:30) y ternarias sorgo:maíz:soja (30:40:30), utilizando sorgos, con alto y bajo contenido de taninos, previamente descascarados. La eficiencia del tratamiento térmico se determinó mediante el índice de dispersibilidad de proteínas (PDI) y la actividad ureásica (Δ PH). Las proteínas fueron desnaturalizadas y los factores antinutricionales reducidos. La evaluación nutricional corroboró un adecuado tratamiento de las muestras, encontrándose en las mezclas ternarias digestibilidad verdadera (D) y valor biológico (BV) comparables a la caseína de la leche.

La estabilidad de las mezclas expresada como índice de peróxido (P1), reveló una baja velocidad de oxidación de lípidos hasta siete meses, que eran aceptables sensorialmente hasta un año de almacenamiento.

Los extruidos con la incorporación de sorgo cubren las necesidades proteínicas y de energía del niño en crecimiento, obteniéndose un producto de buen valor nutricional y larga vida.

INTRODUCCION

El sorgo bicolor (L) Moench tiene, al igual que otros cereales, buenos niveles de los principales nutrientes, almidón (68-73%) y proteínas (9-

Manuscrito modificado recibido: 2-10-87.

- 1 Ingeniero en Industrias de la Alimentación del Instituto de Investigaciones para la Industria Química, y Becario de Iniciación del CONICET, Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, (4400) Salta, Argentina.
- 2 Ingeniera Química, Profesora Adjunta en Ciencia y Tecnología de Alimentos del INIQUI, Universidad Nacional de Salta.
- 3 Ingeniera en Industrias de la Alimentación y Profesora Adjunta en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Citado Instituto.

140/o). Sin embargo, existen tres factores importantes que impiden la completa utilización de este rico contenido en almidón y proteínas. a) En primer lugar, la presencia de compuestos polifenólicos (taninos) localizados principalmente en la testa del grano (1). b) En segundo término, la calidad proteínica de las dietas con sorgo está reducida por el bajo contenido de lisina en los granos, y c) Por último, existen limitaciones específicamente alimentarias, debidas a factores tales como la alta temperatura de gelatinización del almidón y la alta viscosidad de los productos cocidos, conduciendo a problemas en cuanto a aceptabilidad y digestión.

Los taninos condensados y otros polifenoles del grano de sorgo además de impartir sabor astringente, reducen el valor biológico de dietas de animales monogástricos (2) y humanos. Los sorgos con alto contenido de taninos no mejoran su valor biológico con el agregado de lisina; pero si son descascarados, permiten un significativo aumento ponderal de las ratas, cuando se suplementan con lisina (3).

Las mezclas apropiadas de cereales y soja compensan las deficiencias en lisina del cereal y en aminoácidos azufrados de la soja. Si estas mezclas se someten a un proceso de extrusión, se obtiene un alimento de mayor calidad, ya que minimiza la degradación de nutrientes, la digestibilidad mejora por gelatinización del almidón y desnaturalización de las proteínas, y se destruyen factores indeseables del alimento, tales como inhibidores de tripsina en soja y enzimas que posibilitan alteraciones.

Jansen (4) en sus experimentos sobre extruidos con 80% trigo-soja y 20% de sorgo descascarado encontró un índice de eficiencia proteínica (PER) de 2.23 (caseína: 2.50) e indicó que eran de calidad adecuada para la alimentación de niños en edad preescolar. Jansen, Harper y O'Deen, (5), asimismo, extruyeron mezclas de maíz:soja (70:30) con equipos Brady e Insta - Pro. El máximo de características funcionales las obtuvieron para un NSI de un 5% más bajo que el normal; sin embargo, los PER eran comparables al de la caseína y la destrucción de lisina no era significativamente grande, siendo la ureasa desnaturalizada casi por completo. Por otra parte, Bressani *et al.* (6) publicaron resultados similares para mezclas de maíz:soja producidos con extrusor Brady. Harper *et al.* (7) trabajaron con mezclas de maíz:soja (70:30) extruidas en Insta - Pro a 177°C, obteniendo un PER de 1.85, idéntico al obtenido con mezcla de sorgo:soja (70:30), y comparable en sus características de aroma y sabor. En la mezcla se usó sorgo entero el que impartió algo de gusto amargo debido a la presencia de taninos (7).

Los productos de soja con alto contenido de grasa, abundantes en ácidos grasos insaturados, además de la presencia de enzimas lipoxidasas, son muy inestables a procesos de autoxidación (8). Varios estudios sobre la estabilidad de estos productos se basan en la descomposición de las grasas, ya que se les atribuye la mayor responsabilidad en el desarrollo de olores y sabores desagradables (9, 10). Estudios acerca de los efectos de la extrusión sobre la estabilidad de mezclas cereal:soja han mostrado una retención importante de vitamina C, y todas las muestras extruidas fueron consideradas aceptables por evaluación de olor mediante panel (7, 11).

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar: 1) la calidad nutricional de extruidos cereal:soja con la incorporación de sorgo con alto contenido de taninos, y 2) la estabilidad de los productos en cuanto al deterioro de

lípidos, tanto por el proceso tecnológico, como en su posterior almacenamiento.

MATERIAL Y METODOS

Preparación de Mezclas

Se descascaró en molino abrasivo sorgo marrón (variedad Norkin 308) y sorgo blanco (INTA - Manfredi, Córdoba) con alto y bajo contenido de taninos, respectivamente. Además, se utilizó sémola de maíz amarillo comercial y soja (INTA - Cerrillos, Salta). Todos los materiales fueron molidos hasta pasar la malla No. 14 (serie ASTM). Se efectuaron mezclas de sorgo:soja (70:30) y de sorgo:maíz:soja (30:40:30) formuladas en base a cálculos químicos indicativos de fortificaciones adecuadas.

Las mezclas fueron extruidas en un extrusor Brady 2160 Crop Cooker a un contenido de humedad de 10-11^o/o, velocidad de tornillo, 1,000 rpm, caudal de alimentación entre 450 y 500 kg/hr, siendo la temperatura alcanzada por el producto en la descarga, de 195 - 200^oC.

El análisis proximal de las mezclas crudas y extruidas se determinó de acuerdo a métodos de la AOAC (12).

Medidas del Tratamiento Térmico

- *Índice de dispersibilidad de proteínas (PDI)* — Se determina según el método Ba 10-65 de la AOCS (13).
- *Actividad ureásica (ΔPH)* — Expresada como la diferencia entre el pH de la muestra y el blanco, según el método Ba 9-58 de la AOCS (14).

Contenido de Polifenoles

- *Catequina equivalente (CE)* — Se determina el contenido de taninos, expresados como unidades de catequina equivalente (mg de catequina por 100 mg de muestra seca), de acuerdo al método de la vainillina-ácido clorhídrico modificado de Maxson y Rooney (15).

Ensayos Biológicos

- *Relación proteínica neta (NPR)* — Se basa en el incremento de peso corporal, según el método de Bender y Doell (16).
- *Utilización proteínica neta (NPU)* — Se basa en la ganancia de nitrógeno corporal, según el método de Bender y Miller (17).
- *Valor biológico (BV)* — Se determina por cálculo, como el cociente entre NPU y TD.
- *Digestibilidad verdadera (TD)* — Se determina juntamente con la NPU, definiéndose como la fracción de nitrógeno ingerido que el animal absorbe (se tiene en cuenta las pérdidas inevitables).

Para determinar estos parámetros se utilizaron grupos de cuatro ratas Wistar por muestra problema de 21 ± 2 días y de ambos sexos,

las cuales se alojaron en jaulas individuales, y recibieron agua y dieta *ad libitum*. Las dietas experimentales se formularon (g/100 g) como sigue: 10 de proteínas (obtenidas por cálculo), 6 de aceite de maíz, 4 de minerales, 1.5 de vitaminas y el resto con dextrina. El contenido de nitrógeno de las dietas, del carcás y de las heces se determinó por duplicado según el método de la AOAC (12).

Estabilidad en el Almacenamiento

Las mezclas extruidas se molieron hasta pasar la malla No. 40 (serie ASTM), envasándose luego en polietileno de 150 μ m de espesor y almacenándose por espacio de 14 meses en condiciones de 20 - 25°C de temperatura y 55 - 60% de humedad relativa. La oxidación de los lípidos de las muestras se midió periódicamente como índice de peróxidos (P.I).⁴

La evaluación sensorial de aceptabilidad de los productos estuvo a cargo de un panel entrenado específicamente en sabor rancio, constituido por 15 jueces.

Análisis Estadístico

La ecuación lineal de regresión se calculó mediante el método de mínimos cuadrados. Los datos fueron analizados para establecer comparación de medias, mediante la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Programa Low-Cost Extrusion Cooker (LEC) desarrollado por la Universidad de Colorado (EUA) adoptó especificaciones para los productos extruidos a base de cereales y legumbres, que fueron desarrollados para países en vías de desarrollo (11). Según se observa en la Tabla 1, tales especificaciones las cumplen las mezclas extruidas. Estas acusan un importante contenido de grasa (6.69 a 7.74 g/100 g) y proteína (18.91 a 20.80 g/100 g), con una alta relación proteínico-energética que es requerida por niños en edad preescolar. El contenido de fibra (1.29 a 1.45 g/100 g) da un valor aceptable e indica que se ha eliminado la mayor proporción del tegumento del sorgo, rico en taninos que reducen digestibilidad (2). Los valores de humedad (5.45 a 6.95 g/100 g) de los extruidos están por debajo del máximo exigido para el Programa LEC (10 g/100 g), siendo un factor importante en la estabilidad de los productos.

Mediante las medidas de PDI, Δ PH y CE de las mezclas crudas y extruidas, se tiene una base para estimar la respuesta de éstas al ser evaluadas nutricionalmente. En la Tabla 2 se consignan los datos de PDI, Δ PH, CE y NPR. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en las medidas de PDI y Δ PH entre las mezclas crudas y

⁴ Índice de Peróxidos (P.I) — La extracción de la grasa se efectuó con metanol: cloroformo (18) y el dosaje de peróxidos en la misma, según el método de la AOAC (12).

TABLA 1

COMPOSICION PROXIMAL DE MEZCLAS PARA ALIMENTACION, Y EXTRUIDAS, DE
CEREAL : OLEAGINOSA

Composición ¹	Mezclas cereal : oleaginosa							
	Alimentación				Extruidas			
	SB:S (70:30)	SM:S (70:30)	SB:M:S (30:40:30)	SM:M:S (30:40:30)	SB:S (70:30)	SM:S (70:30)	SB:M:S (30:40:30)	SM:M:S (30:40:30)
Proteína (N x 6.25)	20.53	19.82	19.48	19.14	20.80	19.24	19.64	18.91
Grasa	9.73	9.61	9.09	9.28	7.74	6.64	6.70	5.89
Fibra	1.67	1.69	1.48	1.45	1.45	1.33	1.35	1.29
Cenizas	3.12	2.76	2.56	2.37	2.78	2.48	2.34	2.22
Nifex ²	64.96	66.12	67.40	67.75	67.23	70.27	69.98	71.69
Humedad	10.10	11.20	10.32	10.65	5.45	6.95	6.30	6.45

1 Resultados en base seca.

2 Nifex: Extracto libre de nitrógeno, según Inst. Brew. (19).

SB = Sorgo blanco, SM = Sorgo marrón, M = Maíz, S = Soja.

TABLA 2

EFFECTO DE LA EXTRUSION SOBRE LA DISPERSIBILIDAD DE PROTEINAS, UREASA, CONTENIDO DE TANINOS Y RELACION PROTEINICA NETA

Mezclas Cereal-oleaginosas		PDI ¹	ΔPH ¹	CE ¹	NPR ²	NPR Relativo ²
Alimentación	SM:S (70:30)	44.37	1.89	1.09	2.10 ^{b*}	0.46
	SM:M:S (30:40:30)	53.34	1.89	0.35	2.57 ^{ab}	0.56
	SB:S (70:30)	57.55	2.14	0.05	2.49 ^{ab}	0.55
	SB:M:S (30:40:30)	58.95	2.04	0.05	2.88 ^{a*}	0.63
Extruidas	SM:S (70:30)	10.31	0.27	0.29	3.50 ^{d*}	0.77
	SM:M:S (30:40:30)	12.54	0.12	0.10	3.62 ^{cd}	0.80
	SB:S (70:30)	10.39	0.04	0.04	3.63 ^{cd}	0.80
	SB:M:S (30:40:30)	10.07	0.05	0.04	3.94 ^{c*}	0.87
Caseína		—	—	—	4.55	1.00

1 Promedio de dos determinaciones.

2 Promedio de cuatro determinaciones.

PDI = Índice de dispersibilidad de proteínas. ΔPH = Actividad ureásica (variación de pH). CE = Catequina equivalente. NPR = Relación proteínica neta. NPR relativo = NPR prueba/NPR caseína.

Letras iguales indican que no existen diferencias.

Letras distintas indican diferencias significativas (P < 0.01).

* Diferencias significativas (P < 0.05).

SB = Sorgo blanco; SM = Sorgo marrón; M = Maíz; S = Soja.

Los resultados se expresan en base seca.

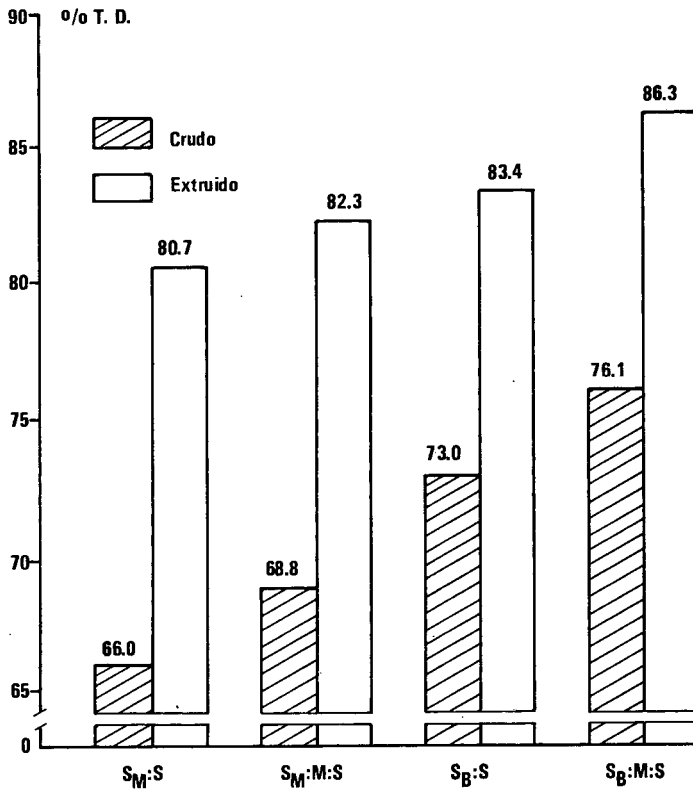
extruidas. Debido a la desnaturalización de las proteínas, el PDI se redujo en menor medida en las mezclas SM:S y SM:M:S (76.8^o/o y 76.5^o/o) versus SB:S y SB:M:S (82.0^o/o y 82.9^o/o). La actividad ureásica (ΔPH) en todas las muestras extruidas se redujo a niveles que oscilaron entre 0.27 - 0.04 unidades de pH. Sin embargo el hecho de que la actividad ureásica se haya reducido no es total garantía de la reducción de actividad antitriptica.

El grano entero de sorgo marrón tiene 5.71 CE, lo que manifiesta el alto contenido de taninos, y el grano entero de sorgo blanco sólo tiene 0.07 CE. Luego de descascarados, el sorgo marrón reduce ese contenido a un 23^o/o (1.32 CE) del contenido original. Es sabido que los taninos no se destruyen con el calor, puesto que son termorresistentes; sin embargo, en la Tabla 2 se observa que muestras de SM:S y SM:M:S sufren una reducción del 73 y 71^o/o respectivamente, al ser extruidos.

Los resultados de la evaluación nutricional, en base al crecimiento de ratas (Tabla 2), indican que todas las muestras fueron efectivamente tratadas por calor. Se constataron diferencias altamente significativas (P < 0.01) entre las muestras crudas y extruidas. Por efecto de la extru-

sión, se mejora sensiblemente el valor nutritivo por destrucción y reducción de factores antinutricionales y desnaturalización de la proteína. Además, se puede ver que las mezclas $S_B:S$ presentan NPR superior a las correspondientes de S_M . Esta diferencia se torna significativa ($P < 0.05$) al reemplazar 40% de sorgo por maíz, teniendo este último un perfil de aminoácidos más favorable.

Según se aprecia en la Figura 1, mediante la experimentación con ratas, en los extruidos se obtuvieron valores de TD de proteína cercanos al patrón de caseína. Las mezclas crudas presentaron diferencias signifi-



(1) = Promedio de 4 determinaciones.

T.D. = Digestibilidad verdadera.

T.D. Caseína = 91.58%.

S_M = Sorgo marrón; S_B = Sorgo blanco; M = Maíz; S = Soja.

FIGURA 1

Digestibilidad verdadera de mezclas crudas y extruidas con sorgo (1)

cativas ($P < 0.05$) entre las que contenían S_M y aquellas con S_B , teniendo estas últimas mayor digestibilidad. Este hecho puede deberse a la interacción de los taninos con las proteínas (2). En los extruidos sólo existen diferencias ($P < 0.05$) entre $S_B:M:S$ y $S_M:S$.

El proceso de extrusión mejora significativamente ($P < 0.01$) el BV. Los extruidos $S_M:M:S$ y $S_B:M:S$ dan los valores más altos (91.43 y 94.30/o) no existiendo diferencias significativas con el valor de la caseína (96.950/o) como se aprecia en la Tabla 3; esto se debe a que el maíz mejora el BV al ser extruido. Los valores de NPU (y) mostraron una alta correlación ($r = 0.9831$) con los de NPR (x): $y = -18.42 + 25.00 x$.

TABLA 3

EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PROTEINA DE MEZCLAS CON SORGO

Mezclas		BV ¹ (o/o)	NPU ¹ (o/o)
Cereal:oleaginosa			
Alimentación	$S_M:S$ (70:30)	51.85 ^b	34.22 ^b
	$S_M:M:S$ (30:40:30)	61.48 ^{ab}	42.50 ^{ab}
	$S_B:S$ (70:30)	69.13 ^a	48.99 ^{ab}
	$S_B:M:S$ (30:40:30)	68.03 ^a	51.39 ^a
Extruida	$S_M:S$ (70:30)	81.50 ^d	65.70 ^d
	$S_M:M:S$ (30:40:30)	91.43 ^{cd}	75.30 ^{cd}
	$S_B:S$ (70:30)	86.06 ^d	71.09 ^{cd}
	$S_B:M:S$ (30:40:30)	94.43 ^{cd}	81.48 ^c
Caseína		96.95 ^c	87.73 ^e

1 Promedio de cuatro determinaciones.

BV = Valor biológico; NPU = Utilización proteínica neta.

Letras iguales indican que no existen diferencias. Letras distintas indican diferencias ($P < 0.05$).

S_B = Sorgo blanco; S_M = Sorgo marrón; M = Maíz; S = Soja.

Cabe señalar que tanto el método basado en el incremento de peso corporal y el de retención de nitrógeno dan índices similares en cuanto al valor nutricional de la mezcla extruida.

En la Figura 2 se observa el deterioro que sufren los lípidos de las mezclas por efecto del proceso de extrusión. Este deterioro se expresa como porcentaje de incremento de peróxidos en los lípidos respecto al contenido inicial en las mezclas antes de la extrusión. Son más afectadas por el procesamiento las muestras que contienen S_M , respecto a las que contienen S_B , tanto en las mezclas binarias, como en las ternarias. Respecto a la incidencia del maíz, como tercer componente, se observa un considerable deterioro en los lípidos de las mezclas ternarias respecto a las binarias.

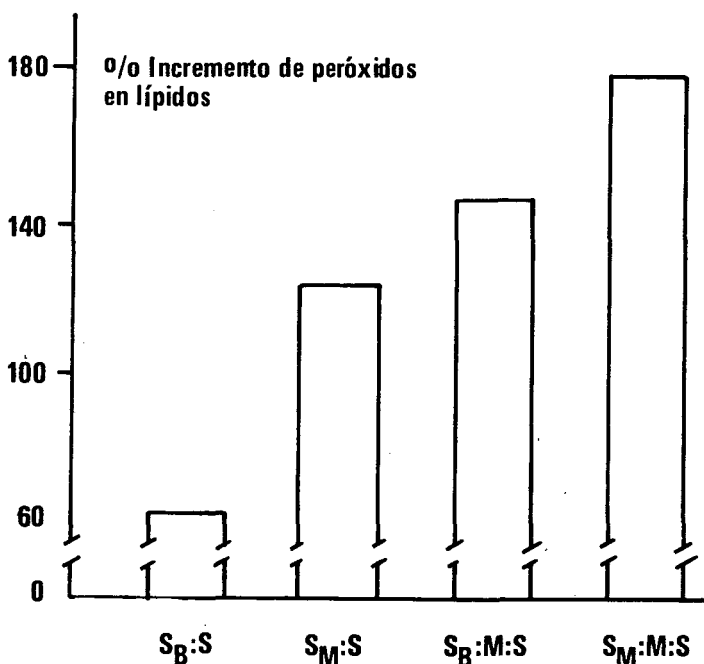


FIGURA 2

Autoxidación de lípidos por extrusión

Evaluaciones sensoriales de las muestras indican un aumento de aceptabilidad de las mismas al ser extruidas, por disminución de sabores asociados al grano de soja, taninos del sorgo, etc., que en crudas las tornan inaceptables. No se detectan aromas o sabores asociados a rancidez en las muestras luego de la extrusión.

En la Figura 3 se presenta el deterioro sufrido por autoxidación en los lípidos de las mezclas extruidas durante su almacenamiento, en condiciones ambientales y en distintos períodos de tiempo.

Todas las muestras tuvieron un comportamiento similar en cuanto a baja velocidad en la oxidación de los lípidos hasta los 210 días de estacionamiento. A partir de ese período en todas las muestras aumentó la velocidad de deterioro de los lípidos, y aunque ese comportamiento fue similar, se produjo a mayor velocidad en los extruidos con sorgo marrón (alrededor de los 300 días de almacenamiento), frente a las extruidas con sorgo blanco (alrededor de los 350 días de almacenamiento).

En cuanto a la influencia del maíz en las mezclas extruidas, éste acrecienta el deterioro de las mismas.

Las evaluaciones sensoriales a que se sometieron las muestras se consideran aceptables hasta los 300 días de almacenamiento, período a partir

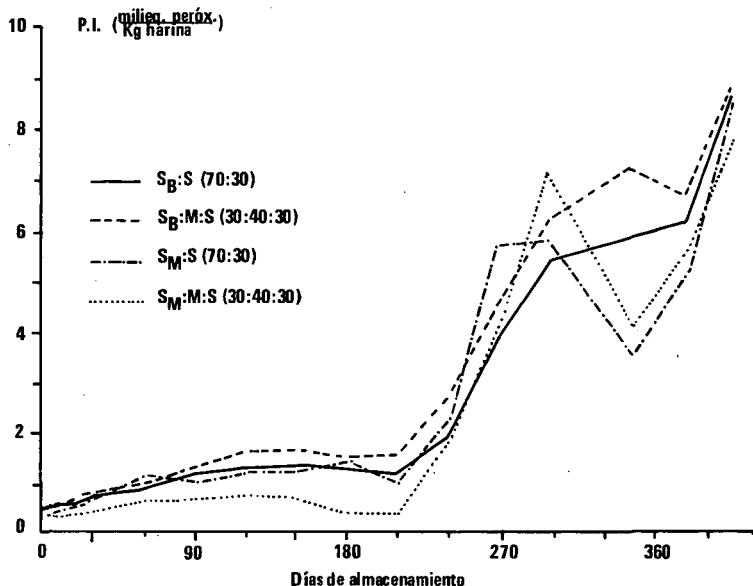


FIGURA 3

Desarrollo de rancidez en mezclas extruidas almacenadas.

del cual comienzan a detectarse sabores y olores asociados a rancidez incipiente, la que va acrecentándose con el tiempo de almacenamiento hasta tornarse inaceptables luego de un año.

Se concluye, pues, que evaluadas nutricionalmente las mezclas extruidas, la mejor es $S_B:M:S (30:40:30)$, aunque no existen diferencias con el extruido $S_M:M:S (30:40:30)$. Por efecto del calor se desnaturalizan las proteínas y se reducen los factores antinutricionales de la soja y del sorgo, lo que permite mejorar sensiblemente la calidad proteínica. La extrusión produce mayor deterioro de lípidos en las mezclas ternarias, respecto a las binarias, y durante el almacenamiento presentan baja velocidad de oxidación de los lípidos hasta los 210 días, siendo aceptables hasta los 300 días de almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento por la apreciable asistencia técnica de la Lic. en Qca. Berta Di Carlo y de la Lic. en Nutr. María I. Margalef.

SUMMARY

NUTRITIONAL AND STORAGE STABILITY EVALUATIONS OF
SORGHUM-EXTRUDED BLENDS

Binary sorghum:soy (70:30) and ternary sorghum:corn:soy (30:40:30) blends using high and low tannin content dehulled sorghum were extruded. The effectiveness of heat treatment was determined by protein dispersibility index (PDI) and ureasic activity (Δ PH), indicating that proteins were denatured and antinutritional factors reduced. The nutritional evaluation supported the fact that samples were adequately treated, giving ternary blends true digestibility (TD) and biological values (BV) similar to milk casein.

Blend stabilities, expressed as peroxide index (PI), revealed a low lipid oxidation rate during the first seven months, and were acceptable up to a year of storage.

Extrudates with incorporated sorghum cover protein and energy demands of the growing infant, and provide a high nutritional value and long-life product.

BIBLIOGRAFIA

1. Earp, C. E. & L. W. Rooney. Scanning electron microscopy of the pericarp and testa of several sorghum varieties. *Food Microstructure*, 1: 125, 1982.
2. Featherston, W. & J. Rogler. Influence of tannins on the utilization of sorghum grain by rats and chicks. *Nutr. Repts. Internat.*, 11: 491, 1975.
3. Axtell, J.D., Gebisa Ejeta & L. Munck. Sorghum nutritional quality. In: *Sorghum in the Eighties. Vol. 2. Proceedings of the International Symposium in Sorghum. International Crops Research.* Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, A. P. India, 1982, p. 589-603.
4. Jansen, G. R. Nutritional evaluation of extruded products. In: *Low-cost Extrusion Cookers. International Workshop Proceedings. Report*, 1: 57-65, 1976.
5. Jansen, G. R., J. M. Harper & L. O'Deen. Nutritional evaluation of blended foods made with a low-cost extruder cooker. *J. Food Sci.*, 43: 912, 1978.
6. Bressani, R., J. E. Braham, L. G. Elías, R. Cuevas & M. R. Molina. Protein quality of a whole corn/whole soybean mixture processed by a simple extrusion cooker. *J. Food Sci.*, 43: 1563, 1978.
7. Harper, J. M., J. R. Jansen, J. D. Kellerby & R. E. Tribelhorn. Evaluation of low-cost extrusion cookers for use in LDS's. *Report*, 9: 44-118, 1980.
8. Ray, F. K., N. A. Parrett, B. D. Van Starern, & H. W. Ockerman. Effect of soy level and storage time on the quality characteristics of ground beef patties. *J. Food Sci.*, 46: 1662-1665, 1981.
9. Sessa, D. J. & J. J. Rackis. Lipid derived flavors of legume protein products. *J. Am. Oil Chem., Soc.*, 54: 468-473, 1977.
10. Meijboom, P. W. & G. A. Jongenotter. Flavor perceptibility of straight chain, unsaturated aldehydes as a function of double-bond position and geometry. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58: 68-682, 1981.

11. Harper, J. M. & G. R. Jansen. Production of nutritious precooked foods in developing countries by low-cost extrusion technology. **Food Revs. Internat.**, **1**: 27-97, 1985.
12. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12 th. ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
13. Method Ba 10-65. American Oil Chemists' Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. 3rd ed. Illinois, AOCS, 1976.
14. Method Ba 9-58. American Oil Chemists' Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. 3rd. ed. Illinois, AOCS, 1976.
15. Maxson, E. D. & L. W. Rooney. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. **Cereal Chem.**, **49**: 719, 1972.
16. Bender, A. E. & B. H. Doell. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. In: **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Peter L. Pellet and Vernon R. Young (Eds.). Tokyo, Japan, The United Nations University, 1980.
17. Bender, A. E. & D. S. Miller. A new brief method of estimating net protein value. **Biochem. J.**, **53**: vii, 1953.
18. Armada, M. & A. López. Determinación de rancidez en harinas de soja con toda su grasa. **III Congreso Argentino de Tecnología de Alimentos**, Santa Fe, Argentina, 1983.
19. Institute of Brewing Analysis Committee. Recommended methods of analysis. **J. Inst. Brew.**, **77**: 181, 1971.

**SUPLEMENTO DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE
GARBANZO (*Cicer arietinum*). II. COMPOSICION QUIMICA Y
CALIDAD BIOLOGICA DE PANES ELABORADOS CON MEZCLAS
DE LAS MISMAS**

Ana María Estévez A.,¹ *Fernando Figuerola R.*,² *Magaly Vásquez D.*,³
*Elena Castillo V.*⁴ y *Enrique Yáñez*⁵

**Departamento de Agroindustria y Tecnología de los Alimentos
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales e
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos,
Universidad de Chile,
Santiago, Chile**

RESUMEN

Se elaboró pan experimental con harina de trigo complementada con 5, 10 y 15% de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*), usando como control el pan preparado con harina de trigo. A los panes obtenidos se les realizó un análisis proximal y un análisis aminoacídico, en el que se observó un aumento en la fibra cruda y en la proteína de 0.36 a 0.55%, y de 14% a 17.6%, respectivamente, al adicionar 15% de harina de garbanzo. También se observó un incremento en el contenido de lisina.

La calidad biológica se determinó en ratas según la razón de eficiencia proteínica (PER) y la digestibilidad aparente, encontrándose un aumento en los valores de PER de 0.90 a 1.34, y una escasa variación en la digestibilidad de la proteína de los panes.

La calidad nutritiva de los panes mejoró notablemente con la adición de harina de garbanzo.

Manuscrito modificado recibido: 6-3-87.

- 1 Ingeniero Agrónomo M. S. Profesor Asociado Cátedra de Tecnología de Cereales y Cátedra de Tecnología de Azúcares, Universidad de Chile.
- 2 Ingeniero Agrónomo M. S. Profesor Asociado Cátedra de Operaciones Unitarias y Cátedra de Tecnología de Productos Vegetales de la misma Universidad.
- 3 Químico Farmacéutico Mc.S. Profesor Titular Cátedra de Bioquímica de Alimentos y Cátedra de Nutrición Humana, Universidad de Chile.
- 4 Técnico Industrial en Alimentos, Encargada de Laboratorio en la misma Universidad.
- 5 Químico Farmacéutico. Profesor Jefe, División de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.

INTRODUCCION

Para los países en desarrollo, donde hay gran incidencia de malnutrición proteínico-calórica, los cereales y especialmente el trigo constituyen la base de la dieta, aportando altos porcentajes de la ingesta de calorías y proteínas de la población (1, 2). El consumo mayoritario de trigo es en forma de pan y pastas, productos que tienen gran demanda entre las personas de bajos recursos por ser de bajo costo y por satisfacer el hambre rápidamente (3). De este modo, son excelentes vehículos para mejorar el nivel nutricional de la población (4).

La proteína de trigo no es de buen valor biológico, por ser deficiente en algunos aminoácidos esenciales, especialmente en lisina (3, 5, 6). Por esta razón, se han desarrollado numerosas investigaciones tendientes a mejorar su calidad biológica mediante la adición de aminoácidos sintéticos y de harinas vegetales de composición aminoácídica complementaria, entre las cuales han destacado las de leguminosas (3, 7, 8-10). En algunas investigaciones realizadas en panes no esponjosos, el garbanzo (*Cicer arietinum*) ha demostrado tener excelentes características para ser utilizado en mezclas con harina de trigo en panificación (6, 11-14). El garbanzo es una leguminosa que destaca entre otras por su buen contenido proteínico y aminoácídico, su alto valor biológico, y buena digestibilidad (15, 16).

El presente estudio se realizó con miras a determinar el efecto que la adición de diferentes niveles de harina de garbanzo a la harina de trigo durante la panificación, ejerce sobre la composición química y aminoácídica, así como el valor biológico de los panes elaborados.

MATERIAL Y METODOS

Para el desarrollo del trabajo se usó trigo blando con el cual se elaboró harina de 78% de extracción y garbanzo de bajo calibre, con el que también se preparó harina de granulometría comercial. Las harinas se mezclaron a niveles de 5, 10 y 15% de harina de garbanzo y se panificaron experimentalmente según el método de la American Association of Cereal Chemists (17), usando 2.5% de leche descremada, 2% de levadura, 2% de sal y 30% de agua, como se describe en el artículo I de esta serie. El pan elaborado se secó en un túnel deshidratador con flujo de aire a 50°C hasta una humedad residual aproximada de 5%. Luego se molió en un molino de cuchillos de rotor central Wiley No. 2, y se secó en estufa a 70°C hasta peso constante. Las muestras así tratadas se envasaron al vacío en tarros de hojalata.

Análisis Proximal

Las harinas y panes molidos fueron analizados según los métodos de la AOAC (18) para determinar su contenido de grasa, fibra cruda, humedad, cenizas y proteínas. Para cuantificar la proteína se usó el factor 5.75 en el caso de la harina de trigo, 6.25 para la harina de garbanzo, y valores ponderados para las mezclas.

Análisis Aminoacídico

La composición de aminoácidos de las harinas de trigo y garbanzo y sus mezclas, se determinó en un analizador de aminoácidos Hitachi-Perkin-Elmer (Modelo KLA-3B) según el principio de Spackman, Stein y Moore (19), después de ser hidrolizadas con ácido clorhídrico 6N a 100°C por 22 hr (20). No se midió triptofano debido a que este aminoácido se destruye con la hidrólisis ácida.

Valoración Biológica

La calidad biológica de la proteína del pan experimental elaborado con harina de trigo y con las mezclas, se determinó midiendo la razón de eficiencia proteínica (PER) según el método de Chapman, Castillo y Campbell (21). Los valores obtenidos se ajustaron a 2.5 para caseína (18).

La dieta basal se preparó según las recomendaciones de Chapman, Castillo y Campbell (21), usandocomo control la caseína ANRC (Animal Nutrition Research Council). Las dietas cuya composición se observa en la Tabla 1, tuvieron un contenido proteínico de 10.1 a 11.90/o.

Para el desarrollo del experimento se utilizaron 10 ratas, Wistar BBC, de 21 días de edad, las que fueron asignadas al azar a cada tratamiento. La experiencia cubrió un período de 28 días, durante los cuales las ratas se mantuvieron en jaulas individuales de fondo cribado, a temperatura controlada ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$). El alimento y el agua se les ofreció *ad libitum*. La ganancia de peso y la ingesta se controló cada siete días.

Para determinar la digestibilidad aparente, se colectaron las heces de cada rata durante los 28 días que duró el experimento. Las muestras se secaron, pesaron, molieron y homogenizaron, y a una alícuota de ellas se les determinó N, por el método de Kjeldahl (18), calculando la digestibilidad por la relación,

$$D = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ fecal}}{N \text{ ingerido}} \times 100$$

Análisis Estadístico

Para la razón de eficiencia proteínica (PER), ingesta, ganancia ponderal y digestibilidad, se aplicó un diseño de aleatorización completa, estableciendo sus diferencias por la prueba de Duncan (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Proximal

La adición de harina de garbanzo a la harina de trigo, significó un aumento en los contenidos de proteína, materia grasa, fibra cruda y cenizas de los panes elaborados con ellas, según se aprecia en la Tabla 2. Los panes elaborados con la suplementación de 150/o de harina de garbanzo acusaron una composición proximal semejante a la de la harina

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
 (expresada en g/100 g)

Tratamiento	Caseína	Pan control	Pan 5 ^o /o H.G.	Pan 10 ^o /o H.G.	Pan 15 ^o /o H.G.	Aceite de maíz	Vitaminas	Mezcla salina	Celulosa	Maicena
Caseína	550	—	—	—	—	500	50	200	250	3,450
Pan control	—	4.000	—	—	—	500	50	200	250	—
Pan 5 ^o /o H.G.	—	—	4.000	—	—	500	50	200	250	—
Pan 10 ^o /o H.G.	—	—	—	4.000	—	500	50	200	250	—
Pan 15 ^o /o H.G.	—	—	—	—	4.000	500	50	200	250	—

H.G. = Harina de garbanzo.

TABLA 2
ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS HARINAS Y DE LOS PANES
(g/100 g de materia seca)

	Proteína	Materia grasa	Fibra cruda	Cenizas
<i>Harinas</i>				
Trigo	16.0 ± 0.49* ^c	1.8 ± 0.43 ^c	0.3 ± 0.36 ^c	0.8 ± 0.13 ^c
Garbanzo	22.3 ± 0.31 ^a	7.7 ± 0.33 ^a	0.6 ± 0.53 ^a	3.2 ± 0.26 ^a
<i>Mezclas</i>				
H/5°/o G.	15.8 ± 0.26 ^c	1.8 ± 0.56 ^c	0.4 ± 0.32 ^c	1.2 ± 0.23 ^c
H/10°/o G.	18.6 ± 0.29 ^a	2.6 ± 0.42 ^c	0.5 ± 0.48 ^b	1.4 ± 0.38 ^c
H/15°/o G.	19.6 ± 0.72 ^a	5.6 ± 0.62 ^b	0.5 ± 0.37 ^b	1.8 ± 0.41 ^c
<i>Panes</i>				
Trigo	16.1 ± 0.65 ^c	1.9 ± 0.32 ^c	0.4 ± 0.47 ^c	2.0 ± 0.53 ^c
H/5°/o G.	17.3 ± 0.36 ^b	2.5 ± 0.23 ^c	0.5 ± 0.59 ^b	2.6 ± 0.29 ^b
H/10°/o G.	17.9 ± 0.49 ^b	4.4 ± 0.75 ^b	0.5 ± 0.43 ^b	2.8 ± 0.58 ^b
H/15°/o G.	18.9 ± 0.26 ^a	6.3 ± 0.39 ^a	0.6 ± 0.28 ^a	3.0 ± 0.35 ^a

* Desviación estándar.

Las letras distintas indican diferencias al nivel de $P \leq 0.01$.
(Rango Múltiple de Duncan, 22).

de garbanzo. Los resultados obtenidos concuerdan con los informados por Hallag, Katchadourian y Jabr (12) y por Youssef, Salem y Abdel-Rahman (14).

Análisis Aminoacídico

En la Tabla 3 puede observarse que a un mayor nivel de suplementación de harina de garbanzo, se produjo un aumento en el contenido de lisina de las mezclas, aunque siempre por debajo del patrón FAO/OMS. Algo semejante ocurrió con la isoleucina, la leucina y la treonina; en cambio, no se observó un cambio importante en el contenido de valina. El contenido de tirosina más fenilalanina en todos los casos estuvo por encima del patrón FAO/OMS. Por otra parte, el contenido de cisteína y metionina disminuyó levemente, pero sin alejarse significativamente del patrón usado, lo cual concuerda con lo observado por Shehata y Fryer (11) y por Hallab, Katchadourian y Jabr (12).

Valoración Biológica

La adición de harina de garbanzo, según se constata en la Tabla 4, indujo una clara tendencia al aumento de la ingesta de los animales experimentales, tendencia que fue especialmente significativa en los dos niveles

TABLA 3
COMPOSICION AMINOACIDICA DE LAS MEZCLAS¹
 (mg/g N)

	Lisina	Valina	Cistina y metionina	Isoleucina	Leucina	Tirosina y fenilalanina	Treonina
Harina de trigo	110	232	225	179	409	457	189
H/5 ^o /o G.	124	234	221	178	421	462	191
H/10 ^o /o G.	171	236	215	186	417	468	199
H/15 ^o /o G.	252	240	204	228	433	471	237
Garbanzo	434	198	125	214	468	494	250
Patrón FAO/OMS	324	310	220	250	440	380	250

1 No se midió triptofano.
 G = Garbanzo.

TABLA 4
EVALUACION NUTRICIONAL DE LOS PANES ENRIQUECIDOS CON HARINA DE GARBANZO

	Ingesta (g)	Ganancia de peso (g)	PER	PER corregido	Digestibilidad aparente
Pan de trigo	212.9 ± 15.4* ^c	27.7 ± 3.0 ^c	1.14 ± 0.09 ^c	0.90	89.9 ^a
Pan H/5 ^o /o G.	223.2 ± 20.9 ^c	34.7 ± 4.7 ^c	1.36 ± 0.10 ^c	1.08	87.8 ^a
Pan H/10 ^o /o G.	245.2 ± 19.3 ^b	44.3 ± 6.0 ^b	1.56 ± 0.14 ^b	1.24	86.3 ^a
Pan H/15 ^o /o G.	270.6 ± 16.3 ^b	56.0 ± 5.2 ^b	1.74 ± 0.12 ^b	1.34	85.8 ^a
Caseína	315.9 ± 18.9 ^a	98.6 ± 10.0 ^a	3.16 ± 0.19 ^a	2.50	89.7 ^a

* Desviación estándar.
 Las letras distintas indican diferencias al nivel de $P \leq 0.01$.
 (Rango Múltiple de Duncan, 22).

superiores de suplementación. A pesar de ello, los valores observados no lograron igualar aquellos obtenidos con la dieta de caseína, lo que concuerda con lo expresado por Shehata y Fryer (11).

Las ratas alimentadas con las dietas experimentales tuvieron una ganancia ponderal mayor que las alimentadas con pan de trigo, siendo superiores las de los panes elaborados con mezclas de 10 y 15^o/o de harina de garbanzo; sin embargo, fueron inferiores a la ganancia de peso de las ratas que recibieron la dieta de caseína.

La razón de eficiencia proteínica del pan control fue de 1.14, que parece ligeramente elevado al compararlo con los valores obtenidos por otros autores (3, 25), pero que se asemeja a los logrados por Shehata y Fryer (11) y por Chastain, Jia-Shiow y Cooper (5) para productos similares. La diferencia puede deberse a que los panes fueron elaborados según el método de la AACC (17) que incluye un 2.5^o/o de leche. La inclusión de harina de garbanzo produjo valores crecientes de PER a medida que el nivel de harina de garbanzo incluido en la dieta aumentaba.

La suplementación con 15^o/o de harina de garbanzo equivale a la adición de 0.17^o/o de lisina. Esto causó un incremento del 49^o/o en la razón de eficiencia proteínica comparada con la del pan de trigo, que es levemente inferior al incremento obtenido por Senti, Copley y Pence (7), al trabajar con lisina suplementando a la harina de trigo.

La digestibilidad de la proteína del pan suplementado con harina de garbanzo fue levemente inferior que la del pan control, aun cuando no hubo diferencias estadísticas entre ellos. Es interesante hacer notar que aún siendo el contenido de fibra cruda mayor que el de la harina de trigo, su adición no se tradujo en una disminución de la digestibilidad aparente. Este hecho adquiere especial relieve frente a la tendencia mundial de incrementar la demanda de pan con alto contenido de fibra (26).

CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos comentados antes, los autores concluyeron lo siguiente:

1. La adición de harina de garbanzo a harina de trigo produjo un aumento de importancia en el contenido de lisina y cisteína-metionina de las mezclas sometidas a estudio.
2. Los panes fortificados con harina de garbanzo tuvieron un mayor contenido de proteínas que el pan de trigo.
3. Los panes elaborados con mezclas de harina de trigo y harina de garbanzo acusaron una mejor calidad proteínica medida como razón de eficiencia proteínica.
4. La inclusión de harina de garbanzo en la elaboración de pan no alteró la digestibilidad de los panes que fue muy semejante a la de la dieta de caseína, en todos los niveles de suplementación

SUMMARY

**SUPLEMENT OF WHEAT FLOUR WITH CHICKPEA FLOUR
II. CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL QUALITY
OF BREADS MADE WITH BLENDS OF SAME**

Experimental bread made of wheat flour complemented with 5, 10 and 15% chick-pea flour was studied, using wheat bread as control. Samples were analyzed for their proximal chemical composition and amino acids content. Crude fiber and protein increased from 0.36% to 0.55%, and from 14% to 17.6%, respectively, when 15% chick-pea flour was added. The lysine content increased as the level of supplementation was raised.

Biological quality of proteins was measured in rats as protein efficiency ratio (PER) as well as apparent digestibility resulting in an increase of PER values from 0.90 to 1.34 and small variations in bread protein digestibility.

Bread nutritive value was significantly improved by adding chick-pea flour.

BIBLIOGRAFIA

1. Borlaug, N.E. **La Producción de Alimentos a Nivel Mundial para el Futuro**. Santiago, Chile. CIMMYT, Traducciones y Sobretiros No. 9, 1974.
2. Mönckeberg, F. Food and world population: Future perspectives. En: **World Population and Development**. Phillip M. Hauser (Ed.). New York, N.Y. Syracuse University Press, 1979, 124 p.
3. Fleming, S.E. & F.W. Sosulsky. Nutritive value of bread fortified with concentrated plant protein and lysine. **Cereal Chem.** 54(6): 1238-1248, 1977.
4. Ballester, D., I. Zacarías, E. García & E. Yáñez. Baking studies and nutritional value of bread supplemented with full-fat sweet Lupine flour (*L. albus cv. Multolupa*). **J. Food Sci.**, 49:14-16, 27, 1984.
5. Chastain, M.F., S.S. Jia-Shiow & I.J. Cooper. Coconut bread as a means of improving protein nutrition. **J. Food Sci.**, 40: 1014-1017, 1975.
6. Finney, P.L., D. Bequin & J.D. Hubbard. Effects of germination on bread-making properties of mung bean (*Phaseolus aureus*) and garbanzo bean (*Cicer arietinum*). **Cereal Chem.**, 59(6): 520-524, 1982.
7. Senti, F.R., M.J. Copley & J.W. Pence. Protein-fortified grain products for world uses. **Cereal Sci. Today**, 12(10): 426-430, 1967.
8. Tripatni, B.D. & W.B. Date. Partial substitution of wheat flour by other flours for bread preparation. II. Use of pulse flour. **Indian Food Packers**, 24(3): 66-69, 1975.
9. Hsu, D., H.K. Leug, P.L. Finney & M.M. Morand. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils and faba beans. **J. Food Sci.**, 45:87-92, 1980.
10. Raidl, M.A. & B.P. Klein. Effect of soy or field pea flour substitution on physical and sensory characteristics of chemically leavened quick bread. **Cereal Chem.**, 60(5): 367-370, 1983.
11. Shehata, N.W. & B.A. Fryer. Effect on protein quality of supplementing wheat flour with chick-pea flour. **Cereal Chem.**, 47:663-670, 1970.
12. Hallab, A.N., H.A. Khatchadourian & J. Jabr. The nutritive value and organoleptic properties of white arabic bread supplemented with soybean and chick-pea. **Cereal Chem.**, 51(1): 106-112, 1974.

13. Ikramul-Hag, M.Y. & M.S. Chandury. Supplementation of Roti and Nan with Gram (chick-pea) flour. *Pakistan J. of Scientific and Industrial Research*, 19(2): 66-70, 1976.
14. Youssef, S.A.M., A. Salem & A.N. Abdel-Rahman. Supplementation of bread with soybean and chick-pea flour. *J. Food Technol.*, 11(6): 559-605, 1976.
15. Pak, N. & J. Barja. Composición química, contenido de tóxicos, calidad y valor proteico de semillas de arvejas, garbanzos y lenteja cultivada en Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 1(2): 105-111, 1974.
16. Aykrod, W.D. & J. Doughty. *Las Leguminosas en la Alimentación Humana*. 2a. ed. Roma, FAO, 1982, 136 p. (Serie de Estudios de Alimentación y Nutrición No. 20).
17. American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods of the AACC*, 7th. ed. St. Paul, Minn. The Association, 1962.
18. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed., Washington, D.C., The Association, 1980, 1018 p.
19. Spackman, D.H., W.H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, 30: 1190-1206, 1958.
20. Kohler, G.O. & R. Palter. Studies on methods for amino acids analysis of wheat products. *Cereal Chem.*, 44: 512, 1967.
21. Chapman, D.G., R. Castillo & J.A. Campbell. Evaluation of protein in food. 1. A method for the determination of protein efficiency ratios. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 619-626, 1959.
22. Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. *Métodos Estadísticos*. 6a. ed. México, D.F., Edit. CECSA, 1971, 703 p.
23. Draper, N.R. & H. Smith. *Applied Regression Analysis*. New York, N.Y., John Wiley and Sons, 1966, 407 p.
24. Ryan, T., B. Joiner & B. Ryan. *Minitab II Reference Manual*. Philadelphia, PA, Pennsylvania State University, 1978, 110 p.
25. Maleki M. & A. Djazayeri. Effect of baking and amino acids supplementation on the protein quality of Arabic bread. *J. Sci. Food Agric.*, 19: 449-451, 1968.
26. Volpe, T. & T. Lehmann. Production and evaluation of high-fiber bread. *The Baker's Digest*, 51(2): 24-26, 1977.

NUTRITIONAL EVALUATION OF ROASTED, FLAKED AND POPPED *A. caudatus*¹

Ricardo Bressani,² Luis Sumar Kalinowski,³ Miguel Angel Ortiz,⁴
and Luiz G. Elías⁵

Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C.A.

SUMMARY

A study was carried out with a selection of *A. caudatus* CAC-064, which was processed in three different forms: popped, flaked and roasted. The popped sample was prepared by subjecting the grains to a temperature between 175 and 195°C for 15 - 25 seconds. The flaked sample was obtained by adjusting moisture content to 26% and using heated (200°C) rotating drums for a contact time of 1 - 3 seconds, and roasting was achieved by heating the grain at 150°C for a lapse of 60 - 90 seconds.

All samples, including a raw sample, were analyzed for proximate chemical composition, minerals, available lysine and tryptophan content, as well as damaged starch, calories, soluble and insoluble fiber, and protein quality. Differences in chemical composition due to the processing applied were small and insignificant, except for lower available lysine values, and insoluble fiber with higher values in the roasted sample than in the flaked and popped samples. Likewise, the roasted sample had higher levels of damaged starch. Protein quality was highest in the popped sample (NPR 3.19), followed by the flaked (NPR 2.78), the roasted (NPR 2.24) and the raw (NPR 1.73) samples. These values were related to available lysine. Protein digestibility was lowest in the roasted material followed by the flaked and the popped products. It is concluded that establishment of optimum processing conditions is necessary in order to achieve maximum utilization of amaranth grain.

Manuscrito modificado recibido: 2-4-87.

- 1 This work was supported with funds from the National Academy of Sciences - NAS/BOSTID Program (Grant-in-aid INC-NUT-380/PN/86-86-CA).
- 2 Research Coordinator and Head of the Division of Agricultural and Food Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP).
- 3 Principal Investigator BOSTID Amaranth Grain, Cuzco, Peru.
- 4 ICTA/INCAP Program, Guatemala.
- 5 Scientist, Division of Agricultural and Food Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P.O. Box 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

INTRODUCTION

Nutritional evaluation of a processed food from chemical data has the only disadvantage that it does not take into account the bioavailability of the nutrients. Therefore, biological assays should also be used. One of the most common ways to process amaranth grain for consumption is to heat it on a hot surface to induce popping. If such a process is extended in time, roasting also takes place (1). More recently, however, processing techniques such as flaking have also been applied (2,3). It is well known that processing, if not well controlled, may reduce the nutritional quality of the product caused by destruction or binding of essential amino acids, particularly lysine (4,5). The purpose of the present study, therefore, was to evaluate the effect of these processing techniques on the nutritional quality of one cultivar of *Amaranthus caudatus*.

MATERIAL AND METHODS

The cultivar *A. caudatus* CAC-064, produced in Cuzco, Peru, was used for the study. The popped sample was prepared by subjecting the dry grains to a temperature of 175 - 195°C for 15 - 25 seconds, condition which lead to a rapid grain expansion. A total of 1,213 g was produced. The flaked material was prepared by increasing moisture content in the grain to approximately 26% by immersing the grains in water for 10 minutes. The grain was then dropped into two rotating stainless steel drums, separated around 0.5 mm and heated at 200°C with a contact time of 1 - 3 seconds. A total of 1,171 g of such a product was prepared. Finally, 1,365 g of roasted flour were prepared by heating the whole grain at 150°C for 60 - 90 seconds. All samples, including the whole grain, were then ground to pass an 80-mesh screen. In a second study, the cultivar CAC-064 was cooked in water (1:1.5) to boiling for 30 min. Then it was dehydrated with hot air at 60°C and ground into a flour. This sample was assayed for protein quality (NPR) and protein digestibility.

All samples were analyzed for their moisture, ether extract, crude fiber, protein, and ash content by the standard AOAC methods of analysis (6). Minerals were attained by atomic absorption spectrophotometry on 6 N HCl solution of the ash. Crude calories were measured using a calorimeter, available lysine by the method of Carpenter (5), and tryptophan by the method of Villegas, Ortega and Bauer (7). The samples were also assayed for damaged starch as proposed by Farrand (8), and dietetic fiber by the method of Asp *et al.* (9).

For biological evaluation, diets were prepared containing 10% protein from the various samples based on their respective protein content (N x 6.25). The amaranth flour samples were supplemented with 4.0% of a mineral mixture (10), 5.0% refined cottonseed oil, 1.0% cod liver oil, and 5 ml of a complete vitamin solution per 100 g of diet (11). Refined corn starch was used to adjust all diets to 100%. Two additional diets were prepared, a 10% protein diet using casein and a nitrogen-free diet. The assay used was the NPR (12) run for 14 days. During the second seven days of the assay, feces were collected, dried,

weighed, and ground for digestibility measurements of dry matter, protein and energy of the diets. A total of 48 young rats, 21 - 22 days of age, with an initial weight of 45 ± 1 g of the Wistar strain from INCAP's animal colony were distributed by weight among six groups, assigning four males and four females per group. The animals were placed in individual all-wire screen cages with raised screen bottoms. Diet and water were provided *ad libitum* and weight changes and diet consumed were measured every seven days.

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition of the raw and processed samples is shown in Table 1. As the data reveal, ether extract, protein and ash content of the various materials are essentially alike, and the differences observed are partially due to the differences in moisture content. Crude fiber content in the roasted material is higher than in the raw, flaked and popped samples, probably due to the effect of processing, as can be seen from the dietetic fiber values. The insoluble fiber is significantly higher in the roasted sample, as compared with the other materials. On the other hand, the soluble fiber is similar among samples. As would be expected, there are no differences between samples in regard to calories and minerals. Available lysine content is lower in the roasted samples, as well as their tryptophan content. The higher value of available lysine of the flaked sample as compared to the popped and raw samples cannot be explained, since repeated analysis of the samples gave the same values. Dietetic fiber and the lower levels of lysine and tryptophan suggest, therefore, that the roasted material should be lower in nutritional quality than the popped and flaked samples. Although damaged starch is not a nutritional indicator, the data show the roasted sample to have undergone greater changes in its starch molecule.

Results of the NPR assay are shown in Table 2. Animals fed on raw flour showed low weight gain due to a low feed intake, probably caused by antiphysiological substances, with a relative NPR to casein of 47.40%. The increasing order of nutritive quality was roasted, flaked and popped samples. Hence, processing increases the nutritive value of amaranth grain protein when comparisons are made between raw and processed samples. Nevertheless, the three types of processes affect protein quality differently. The roasting process gave a nutritionally better product than the raw sample, but inferior to the flaked and the popped samples. Lysine and tryptophan contents are in agreement in values. Although the beneficial effect of appropriate processing in increasing protein quality of raw amaranth has been stated before (2,13), it must be emphasized again. At the present time no explanation is available; however, it is doubtful that it could be due to the classical growth inhibitions, since concentrations found were very small (14,15). More likely, it could be caused by an increase in the bioavailability of nutrients, particularly amino acids.

Table 3 summarizes digestibility of the dry matter ingested, as well as of protein, and total diet energy. While the digestibility of dry matter, energy and protein of the processed amaranth flours was below values for

TABLE 1
CHEMICAL COMPOSITION OF SAMPLES
(%)

Nutrient	Raw	Process		
		Roasted	Flaked	Popped
Moisture	11.9	5.5	9.2	6.2
Ether extract	7.6	7.3	7.5	7.6
Crude fiber	2.7	3.7	2.3	2.4
Protein	12.1	14.6	12.9	13.3
Ash	1.9	2.7	2.5	2.5
Available lysine g/16 g N	5.3	4.3	6.5	5.7
Tryptophan* g/16 g N	0.96	0.86	1.19	1.11
Calories, kcal/g	3.98	4.28	4.31	4.53
Damaged starch, g	0	97.0	68.0	63.5
Phosphorus, mg %	—*	43.3	46.4	41.1
Calcium, mg %	—*	24.5	21.7	23.6
Potassium, mg %	—*	40.4	43.8	35.5
Dietary fiber:				
Insoluble fiber	7.0	20.7	14.3	13.9
Soluble fiber	6.5	4.1	4.0	5.2

* Not analyzed.

TABLE 2
PROTEIN QUALITY OF *A. Caudatus* (Cuzco 064) SUBMITTED TO
DIFFERENT PROCESSES

Process	Protein in diet, g	Ave. weight gain, g	Food intake, g	NPR	R-NPR, %
Raw	8.6	7 ± 5.3	101	1.73 ^c ± 0.56	47.4
Roasted	9.1	17 ± 6.7	131	2.24 ^c ± 0.81	61.4
Flaked	9.3	26 ± 7.6	126	2.78 ^b ± 0.30	76.2
Popped	9.1	37 ± 6.3	149	3.19 ^b ± 0.35	87.4
Wet cooking	9.2	42 ± 8.2	177	3.07 ^b ± 0.29	84.1
Casein	9.6	52 ± 7.9	166	3.65 ^a ± 0.23	100.0

Initial weight: 45 ± 1 g.

Different letters in the same column, indicate significant differences.

TABLE 3

DRY MATTER, ENERGY AND PROTEIN DIGESTIBILITY IN PROCESSED
A. caudatus

Process	Dry matter %o	Energy %o	Protein %o
Raw	—	—	76.0 ± 2.80
Roasted	88.1 ± 0.52	89.6 ± 0.50	62.2 ± 1.88
Flaked	91.3 ± 0.70	92.4 ± 0.60	79.5 ± 3.49
Popped	91.4 ± 0.79	92.4 ± 1.19	78.7 ± 2.37
Casein	97.8 ± 0.37	98.6 ± 0.18	92.9 ± 1.24

the casein diet, the roasted flour gave the lowest figures. These results confirm the higher content of insoluble dietary fiber shown in Table 1, which indicate that these lower digestibility figures for the roasted flour are due to the process employed. Apparently, protein was more affected, since the digestibility of the protein in the roasted samples, was 62.2%o as compared to 79.5 and 78.7%o for the flaked and popped samples, respectively. Results indicate that of the four cooking methods, popping, flaking and wet-cooking processes yield the best quality products from the nutritional point of view. The popping process does not differ greatly from the roasting process except for the time of residence at the chosen temperature; therefore, care must be taken not to exceed the residence time. It would be advantageous, however, to test the temperature and time relationship so as to be consistent in preparing lots of popped amaranth with the same nutritive quality every time. Likewise, underprocessing may result in products of a protein quality between the maximum and that of the raw grain, since, raw amaranth grain does not promote good animal growth, as shown in this and other studies (2, 13, 16, 17). The increase in protein quality observed with the flaking and popping processes, as carried out in this study, is similar to those increments observed for wet-cooking (13), drum-drying (2, 16), and extrusion-cooking (17).

RESUMEN

EVALUACION NUTRICIONAL DE *A. caudatus* TOSTADO,
EN FORMA DE HOJUELAS Y REVENTADO

En el presente estudio se procesó una selección de *A. caudatus* CAC-064 en tres diferentes formas: reventada, en forma de hojuelas y tostada. La muestra reventada se preparó sometiendo el grano a una temperatura que oscilaba entre 175 - 195°C durante 15 - 25 segundos. La muestra en forma de hojuelas se obtuvo ajustando la humedad a 26%o y sometiendo el producto a cocción en cilindros rotatorios a 200°C durante 1 - 3 segundos. El producto tostado se obtuvo calentando el grano a 150°C por un lapso de 60 a 90 segundos.

Todas las muestras procesadas, y una cruda, fueron analizadas con respecto a composición química proximal, contenido de minerales, lisina disponible, triptofano, almidón dañado, calorías, fibra soluble e insoluble, y calidad proteínica. Las diferencias en composición química debido al proceso utilizado fueron pequeñas y no significativas, excepto en la lisina disponible. La muestra tostada acusó valores más bajos en lisina disponible y valores más altos en fibra insoluble que el producto reventado y que el producto en forma de hojuelas. El material tostado mostró valores mayores de almidón dañado. La calidad de la proteína fue mayor en las muestras reventadas (NPR 3.19) seguido por las hojuelas (NPR 2.78), el material tostado (NPR 2.24), y el crudo (NPR 1.73). Estos valores están relacionados directamente con la lisina disponible. La digestibilidad de la proteína fue menor en el material tostado, seguido por las hojuelas y el producto reventado. Se concluye que deben establecerse las condiciones óptimas de procesamiento para lograr la máxima utilización biológica del grano de amaranto.

BIBLIOGRAPHY

1. Sánchez-Marroquín, A., S. Maya & J. L. Pérez. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. In: *Proceedings, Second Amaranth Conference, Rodale Research Center, Kutztown, Pa., September 11-13, 1978*. Emmaus, Pa., Rodale Press, Inc., 1979, p. 95.
2. Bressani, R. Calidad proteínica de la semilla de amaranto cruda y procesada. *Boletín No. 3, El Amaranto y Su Potencial*. Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983.
3. Imeri, A. G., R. Flores, L. G. Elías & R. Bressani. Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos, sobre la calidad proteínica del amaranto (*Amaranthus caudatus*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **37**(1): 160-173, 1987.
4. Carpenter, K. J. & V. H. Booth. Damage to lysine in food processing: Its measurement and its significance. *Nutr. Abst. Revs.*, **43**: 423, 1973.
5. Carpenter, K. J. The estimation of the available lysine in animal-protein foods. *Biochem. J.*, **77**: 604-610, 1980.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
7. Villegas, E., E. Ortega & R. Bauer. *Métodos Químicos Usados en el CIMMYT para Determinar la Calidad de Proteína de los Cereales*. El Batán, México, CIMMYT, 1982.
8. Farand, E. A. Flour properties in relation to the modern bread processes in the United Kingdom, with special reference to alpha-amylase and starch damage. *Cereal Chem.*, **41**: 98-110, 1964.
9. Asp, N. G., C. G. Johansson, H. Hallmer & M. Siljestrom. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, **31**: 476-482, 1983.
10. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
11. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
12. Bender, A. E. & B. H. Doell. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. *Brit. J. Nutr.*, **11**: 138-143, 1957.
13. Bressani, R., J. M. González, L. G. Elías & M. Melgar. Effect of fertilizer application on the yield, protein and fat content and protein quality of raw and

- cooked grain of four amaranth species. (Submitted for publication to **Qual. Plant. Plant Fds Hum. Nutr.**)
14. Saunders, R. M. & R. Becker. *Amaranthus*: A potential food and feed resource. In: **Advances in Cereal Science and Technology**. Vol. 6, Chapter 7. Y. Pomeranz (Ed.). St. Paul, Minn., American Association of Cereal Chemists, 1983.
 15. Imeri, A. G., J. M. González, R. Flores, L. G. Elías & R. Bressani. Variabilidad genética y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composición química y calidad de la proteína de 25 variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **37**(1): 132-146, 1987.
 16. Bressani, R. Efecto del procesamiento térmico húmedo o seco sobre la calidad proteínica del grano de amaranto. In: **Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto, Chapingo, México, 25 a 27 de octubre de 1984**. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados, 1984.
 17. Mendoza Montano, C. E. & R. Bressani, Nutritional and functional characteristics of grain amaranth flour produced by extrusion cooking. **Cereal Chem.**, **64**(4): 218-222, 1987.

FORMULACION, ELABORACION Y EVALUACION DE GALLETAS DE MASA CORTA, LAMINADAS Y CORTADAS, PARA DIABETICOS¹

*Emma Wittig de Penna,² Virginia Araya,³ Miguel Craddock,⁴
Antonio Arteaga⁵ y Elena Carrasco⁶*

Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas
Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se proporciona una nueva alternativa de consumo constituida por galletas laminadas y cortadas. Estas son elaboradas con edulcorantes sustitutos de la sacarosa que se metabolizan en forma diferenciada y/o más lenta que ésta.

En base a datos de la literatura, a la oferta del mercado y debido a las limitaciones tecnológicas y económicas que presenta el uso de edulcorantes puros, se utilizaron cuatro mezclas de edulcorantes alternativos en reemplazo de la sacarosa, como sigue:

Composición (°/o)	Dulzor relativo a sacarosa 8°/o
Sacarina:sorbitol = 0.25 : 99.75	1.08
Sacarina:sorbitol = 0.35 : 99.65	1.26
Sacarina:fructosa = 0.55 : 99.45	2.17
Sorbitol:fructosa = 41.83 : 58.17	0.84

Con estas mezclas se prepararon galletas, optimizándose las variables de las diferentes etapas del proceso: temperatura, tiempo y velocidad de mezcla, laminado, temperatura y tiempo de horneado.

Manuscrito modificado recibido: 6-2-87.

- ¹ Este trabajo fue financiado parcialmente mediante Grant I 1672 del Departamento de Investigación y Bibliotecas, Universidad de Chile.
- ² Profesor de Evaluación Sensorial, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Casilla 233, Santiago, Chile.
- ³ Ingeniero en Alimentos, del citado Departamento.
- ⁴ Profesor de Tecnología de Cereales, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química de la misma Facultad.
- ⁵ Profesor de Nutrición, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile.
- ⁶ Nutricionista del Departamento de Nutrición y Diabetes, Hospital San Juan de Dios, Santiago, Chile.

Se evaluó la calidad de los productos elaborados mediante un panel de laboratorio. Integrado por ocho jueces entrenados, se aplicó el test de valoración por atributos en 9 puntos, de Karlsruhe, especialmente diseñado para galletas. Luego del análisis estadístico de los resultados, se seleccionaron las formulaciones que mostraban características de calidad significativamente superior. Se observó que todas las alternativas evaluadas acusaban grado 1.

Con estos productos se efectuó un estudio de aceptabilidad con consumidores diabéticos, con el fin de seleccionar las formulaciones preferidas. Luego se evaluó con el test de ranking para preferencia, encontrándose que la formulación con la mezcla de edulcorante sacarina:sorbitol = 0.35:99.65 era la preferida a nivel del 1^o/o de significación.

Por último, se controló el aporte nutritivo y calórico, y la composición química de las formulaciones seleccionadas, resultando una disminución del aporte calórico de 10.9^o/o.

INTRODUCCION

La dietoterapia es el pilar fundamental del tratamiento del diabético y debe ser adecuada a los requerimientos de cada individuo. El objetivo que ella cumple es regular los niveles de glucosa en la sangre. Esta meta puede ser alcanzada a través de diferentes fórmulas que consideran además la prevención o el control de hiperlipemias generalmente asociadas a la diabetes y que determinan el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Publicaciones recientes concuerdan en que la diabetes es un precursor frecuente de morbilidad y mortalidad cardiovascular. Se ha señalado que estos pacientes están en riesgo de arteroesclerosis clínica dos a tres veces más frecuentemente que los no diabéticos (1).

El tipo de diabetes define la dietoterapia a practicar. En el caso de diabéticos insulino-dependientes, el primer objetivo será prevenir las complicaciones agudas de hipo e hiperglicemias y sus consecuencias. Para este fin, se deben balancear cuidadosamente los alimentos y la frecuencia de la ingesta, la administración de insulina y el ejercicio.

La mayoría de los diabéticos son no-insulino-dependientes o resistentes a la insulina, debido al exceso de peso corporal. Se ha descrito que los diabéticos con sobrepeso tienen una producción de insulina suficiente para mantener glicemias normales, siempre que reduzcan su peso hasta valores ideales.

Un enfoque moderno señala que el 50^o/o de la ingesta energética total debería provenir de almidones y carbohidratos complejos, en tanto las proteínas dietarias deberían aportar entre el 12 y el 20^o/o, y limitar los lípidos al 30-35^o/o (2). Se ha descrito el efecto positivo que sobre el control de la diabetes tienen las dietas con alto contenido de fibra, ya que al aumentar la ingesta de ésta se produce una caída en los niveles sanguíneos de glucosa, disminuyéndose el requerimiento de insulina o de agentes hipoglicemiantes orales (3).

Estas cifras deben ser manejadas con precaución, ya que la calidad de los nutrientes es otro factor digno de considerar.

En consecuencia, es de vital importancia regular el tamaño y frecuencia de las comidas, debiendo, en lo posible, confeccionarse patrones para cada paciente según su estilo individual de vida.

Anímicamente, el paciente diabético sufre la presión del médico, del nutricionista y de su grupo familiar que le señalan qué, cómo y cuánto puede comer dentro de la dietoterapia a la que está sometido permanentemente. Sería deseable contar con una buena variedad de alimentos preparados con ingredientes que no conduzcan a complicaciones metabólicas y clínicas a que es vulnerable.

Con base en este planteamiento, se llevó a cabo la presente investigación. Su objetivo es proporcionar variedades de galletas de masa corta, elaboradas con edulcorantes especiales que no produzcan aumento en los niveles postprandiales de glicemia e insulinemia.

Las galletas constituyen uno de los alimentos que habitualmente se consumen en el ambiente familiar, gozando de marcada preferencia tanto entre niños como entre adultos, según sea la variedad.

Los productos deben ser optimizados en su proceso de elaboración y en su calidad, teniendo como patrón el equivalente preparado con sacarosa, comercializada en el mercado.

La oferta de un producto de calidad que no signifique riesgo para su salud, permitirá optimizar también su actitud frente a la dieta prescrita, y proporcionarle, asimismo, la satisfacción hedónica que derive de su ingesta. De esta forma se cumple además un objetivo social, al incorporar al diabético a la vida familiar en torno a la mesa, permitiéndole elegir de acuerdo a las alternativas que se le ofrezcan.

MATERIAL Y METODOS

Elaboración y Optimización de la Galleta

De acuerdo a la información de la literatura (4, 5) se eligió la elaboración de galletas de masa corta que contienen entre 30 y 72^o/o de sacarosa, de 12 a 50^o/o de grasa y de 8 a 34^o/o de agua. Este tipo de masa se caracteriza por no cambiar de forma ni experimentar levantamiento durante el horneado. Ello se debe a que no se ha permitido el desarrollo de la cohesividad del gluten, resultando una masa de buenas características de extensibilidad y elasticidad (4).

La formulación inicial fue tomada de la literatura (5) y en ella se introdujeron modificaciones tanto en calidad como cantidad de las materias primas y en el proceso de elaboración, con miras a optimizar la calidad del producto que constituyó el patrón de comparación o control. En la Tabla 1 se detalla la formulación ya optimizada, denominada Lo. En esta formulación se hicieron los reemplazos por mezclas de edulcorantes, de acuerdo a los propuestos por Astete y Gómez (6) para productos de horneado destinados a diabéticos.

Elaboración de la Galleta

La galleta Lo, que sirvió de formulación patrón, contiene: harina de trigo multipropósito (46.97^o/o); maicena (2.5^o/o); sacarosa (24.15^o/o); margarina pastelera (15.6^o/o); huevos frescos enteros (5.46^o/o); leche en polvo, con 26^o/o de materia grasa, reconstituída al 14^o/o (4.68^o/o); polvos de horneado de acción intermedia (0.52^o/o) y vainillina crist.p.a. Merck (0.12^o/o).

TABLA 1
GALLETAS LAMINADAS Y CORTADAS

Materia prima	Formulaciones									
	L ₀		L ₁		L ₂		L ₄		L ₆	
	b.h.	o/o	b.h.	o/o	b.h.	o/o	b.h.	o/o	b.h.	o/o
Harina	100.0	46.95	100.0	43.90	100.0	47.40	100.0	60.90	100.0	44.40
Maicena	5.3	2.5	9.1	4.0	10.2	4.83	13.0	6.6	10.5	4.7
Azúcar	51.4	24.15	—	—	—	—	—	—	—	—
Sacarina	—	—	0.12	0.05	0.13	0.06	0.10	0.05	—	—
Sorbitol	—	—	47.5	20.8	36.87	17.48	—	—	24.3	10.8
Fructosa	—	—	—	—	—	—	19.12	9.75	33.8	15.0
Leche	10.0	4.68	10.0	4.4	9.56	4.53	10.15	5.06	9.5	4.2
Huevos	11.6	5.46	26.6	11.65	10.92	9.43	18.0	9.8	18.9	8.4
Margarina	33.3	15.6	33.3	14.6	31.91	15.13	33.0	16.72	26.3	11.7
Polvos de hornear	1.1	0.52	1.1	0.5	2.12	1.01	2.0	1.0	1.6	0.7
Vainillina	0.3	0.12	0.25	0.1	0.25	0.13	0.24	0.12	0.3	0.1

b.h. = En base a 100^o/o harina.

Al retirar la sacarosa de la fórmula Lo, e introducir otros edulcorantes (sacarina, sorbitol, fructosa), se hizo necesario corregir la proporción de los demás ingredientes y modificar las variables y etapas del proceso, es decir, temperatura, tiempo y velocidad, y cremado, mezcla y horneado, respectivamente.

Para dar forma a la galleta, se eligió el método de laminado y corte, que consiste en comprimir y trabajar la masa con el fin de eliminar el aire y transformarla en una lámina de espesor uniforme, logrado a través del paso por pares de rodillos, que reducen sucesivamente el espesor. La etapa siguiente es el corte, que puede hacerse con cortadores rotativos o recipro-cantes.

Para seleccionar las mejores formulaciones, se utilizó como criterio la evaluación sensorial de los productos elaborados. Para dicha finalidad, se trabajó con un panel altamente entrenado, aplicando el test de valoración de calidad por atributo, en 9 puntos, basado en la escala general de Karlsruhe. La escala usada se presenta en la Tabla 2.

Controles de la Galleta

Una vez elaboradas las galletas, se procedió a controlar su aporte nutritivo, su composición química, valor energético y calidad de los productos. El estudio se complementó con una evaluación sensorial de aceptabilidad.

Calidad Nutritiva

Se determinó el aporte de nutrientes según métodos oficiales de la AOAC (7). Además se determinó el aporte de glúcidos totales, conforme el procedimiento de Munson y Walker, previa hidrólisis ácida (8).

Valor Energético

En productos dietéticos es muy importante conocer el aporte calórico, con el fin de recomendar los volúmenes de su ingesta. Para efectos del cálculo se usaron los valores de combustión estándar y los coeficientes de digestibilidad señalados por la literatura para diferentes nutrientes y alimentos (8).

Evaluación Sensorial de Calidad

Se evaluaron los parámetros de calidad: color, forma, olor, sabor y textura, que fueron ponderados por 0.20 - 0.15 - 0.25 - 0.25 y 0.25, respectivamente, para obtener por sumatoria, la calidad total. Se trabajó con un panel abierto formado por ocho jueces altamente entrenados, quienes demostraron discriminación, consistencia y reproducibilidad en los juicios (9) ($P = 0.05$). Se usó como test, el de valoración de calidad descriptiva por parámetro que se detalla en la Tabla 2. Los juicios obtenidos se sometieron a análisis de varianza y al test de comparaciones múltiples de Duncan cuando los valores F resultaron ser significativos.

TABLA 2

TEST DE VALORACION DE CALIDAD DE GALLETAS CON ESCALA DE KARLSRUHE

Característica	Calidad Grado 1: Características típicas			Calidad Grado 2: Deterioro tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Tostado, natural, típico, muy agradable, excepcional, muy atractivo.	Tostado, natural, típico, agradable, atractivo.	Natural, típico, algo pálido u oscuro. Aún agradable y atractivo.	Ligeramente desuniforme (entre las unidades), no es desagradable.	Algo desuniforme, algo descompensado (muy claro, muy oscuro) entre las unidades o dentro de la unidad.	Desuniforme, algunas manchas (entre o dentro), no es desagradable.	Muy desuniforme, atípico, con algunas zonas quemadas. Desagradable.	Atípico, desuniforme, muy quemada, muy desagradable.	Atípico, totalmente alterado, inaceptable.
Forma	Completamente bien conservada; perfecta; bordes precisos; uniforme, muy agradable, superficie regular, lisa.	Muy bien conservada, bordes levemente modificados. Agradable, superficie regular.	Bien conservada, no desmigajada ni agrietada. Aún agradable. Superficie ligeramente irregular.	Aún conservada, ligeramente modificada por algunas grietas suaves, bordes algo irregulares.	Algo alterada, algo hundida, asimétrica, resquebrada, algo desuniforme, bordes irregulares en algunas unidades.	Algunas unidades hundidas, agrietadas, quebradas. No es desagradable. Muchas unidades con bordes irregulares.	Desagradable, hundidas o agrietadas, bordes muy irregulares.	Muy alterada, despedazada, fracturada.	Completamente alterada.
Olor	Específico, armónico, agradable, pronunciado, equilibrado.	Específico, agradable, completo, intenso.	Bueno, específico, algo suave o demasiado intenso.	Levemente perjudicado, normal, ligeramente plano, no redondeado.	Daño aceptable, perfumado, artificial, graso, bastante plano.	Daño aún aceptable, insípido, perfumado, algo añejo, algo crudo, algo rancio.	Alterado, completamente disminuido, rancio, crudo, no típico.	Muy alterado, desagradable, rancio.	Extraño, desagradable, francamente deteriorado.
Sabor	Específico, armónico, agradable, pronunciado, equilibrado, muy completo.	Específico, agradable, completo, intenso.	Bueno, específico, algo suave o demasiado intenso.	Levemente perjudicado, normal, ligeramente plano, algo artificial, algo amargo, levemente bajo o sobre el dulzor normal.	Daño aceptable, artificial, perfumado, graso, amargo, dulzor bajo o sobre lo normal.	Daño aún aceptable, insípido, perfumado, algo crudo, algo añejo, algo rancio, amargo, muy dulce.	Alterado completamente disminuido. No típico, rancio, amargo, crudo, añejo.	Alterado, desagradable, muy amargo, rancio, todavía no repulsivo.	Extraño, desagradable, putrefacto, francamente deteriorado.
Textura	Excepcionalmente buena, fresca, tierna, firme, humedad y grasitud equilibradas.	Muy buena, típica, firme, tierna, fresca, grasitud buena.	Buena, típica, en general tierna, grasitud algo desequilibrada, levemente seca, levemente húmeda.	Algo alterada, producto aceptable, algo seca, levemente dura o blanda, grasosa al tacto y algo al degustar, algo húmeda.	Alterada, dejando al producto aún aceptable, blando, duro, algo ligoso, grasitud perceptible, algo granuloso, humedad perceptible.	Claramente alterada, seca o húmeda, ligosa, muy dura, muy blanda, muy grasa, sensación grasa en los labios, granulosa.	Claramente alterada, modificada, reseca, pegajosa, intensamente dura o blanda, apelmazada, intensamente grasosa.	Desagradablemente modificada, muy apelmazada, grasitud muy desagradable.	Francamente deteriorada, inaceptable.

Aceptabilidad con Pacientes Diabéticos

Con el propósito de conocer la aceptabilidad de los productos, la evaluación se hizo con un panel de consumidores, constituido por pacientes diabéticos controlados periódicamente tanto clínica como nutricionalmente, en el Policlínico de Diabetes del Hospital San Juan de Dios. Se empleó el test de ranking, evaluándose los tres productos en cada sesión, y el paciente debía ordenarlos de acuerdo a sus preferencias. Los datos se analizaron estadísticamente por el método no paramétrico de Kramer (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Selección y Optimización de las Galletas

En la Tabla 1 se aprecian las fórmulas de las diferentes galletas elaboradas con las mezclas de edulcorantes que acusaron mejor calidad y ausencia de sabores residuales.

Elaboración de las Galletas

El diagrama de flujo en que se indican las diferentes etapas de elaboración, se presenta en la Figura 1.

En las formulaciones con sorbitol —al realizar la etapa de cremado con todo el sorbitol— no se obtuvo una buena incorporación de aire, cuyo resultado fue una masa de mayor consistencia que, al ser horneada, produce una textura compacta. Con el objeto de obviar este defecto, se ensayaron diferentes modificaciones, obteniéndose el mejor resultado al incorporar un 30^o/o del sorbitol a la materia grasa, para producir el cremado. El 70^o/o restante se incorpora homogeneizado con los ingredientes secos.

En la etapa de mezcla para las formulaciones con sacarina, esta última se adicionó disuelta en leche fluida, para lograr una buena distribución en la masa.

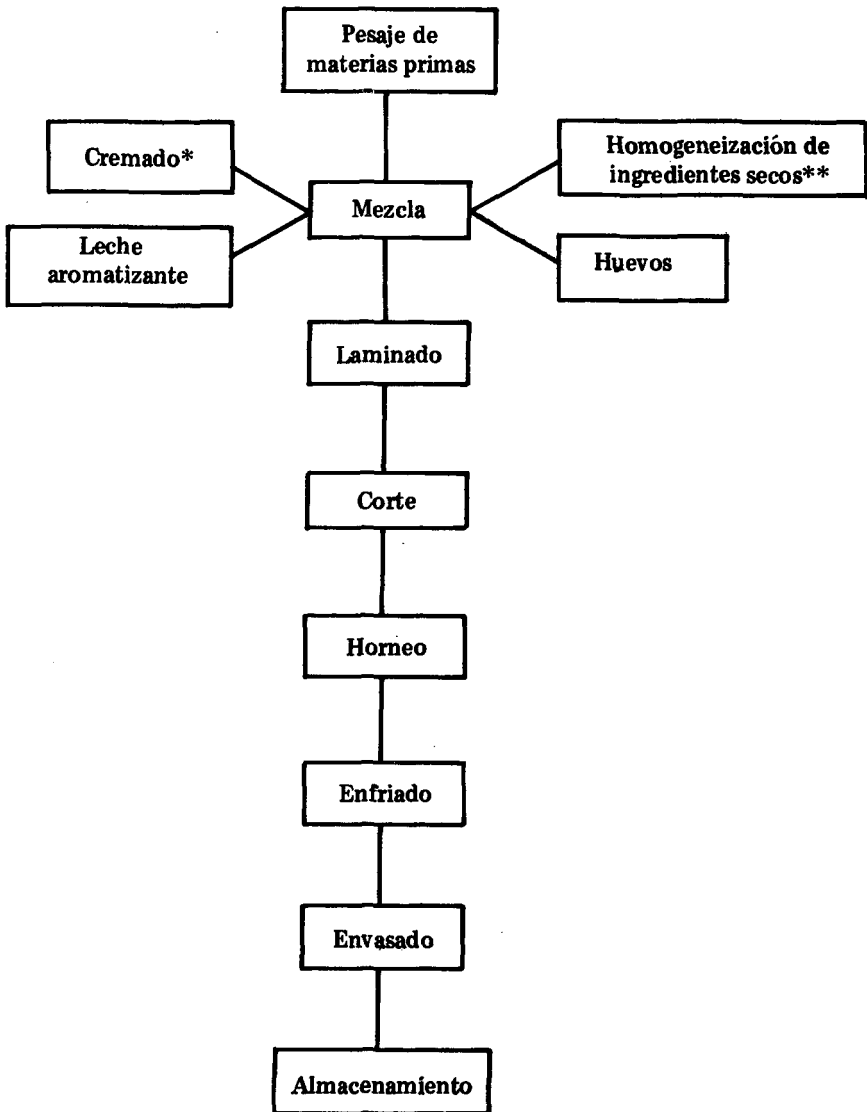
Asimismo, para mantener el proceso bajo control, se estandarizaron las variables que definen los puntos críticos de éste y que deben ser controlados periódicamente. Las especificaciones de las variables de cada etapa se detallan en la Tabla 3.

Controles de las Galletas

Los resultados se exponen en la misma secuencia en que fueron realizados. Los controles se hicieron a los productos elaborados de acuerdo a los dos puntos anteriores.

Control de Calidad

Los resultados del control de calidad se muestran en la Tabla 4. Las características descritas para los parámetros de calidad de las formulaciones L1, L2 y L4 que llevaron a seleccionarlas se indican en la Tabla 5.



* Materia grasa y edulcorantes.

** Harina, maicena, polvos de hornear, 70% sorbitol.

FIGURA 1

Diagrama de flujo para la elaboración de galletas, laminadas y cortadas.

TABLA 3

ESPECIFICACIONES PARA LAS VARIABLES DEL PROCESO

VARIABLES POR ETAPAS	Galleta laminada y cortada
<i>Ingredientes</i>	
— Temperatura (°C)	17 - 21
<i>Cremado</i>	
— Tiempo (min)	7
— Velocidad	107
<i>Mezcla</i>	
— Tiempo (min)	10
— Velocidad (rpm)	107
— Temperatura de masa (°C)	20 - 21
<i>Formación de la galleta</i>	
— Espesor lámina (cm)	0.5
<i>Horneo</i>	
— Tiempo (min)	7 - 9
— Temperatura (°C)	200
<i>Enfriado</i>	
— Tiempo (min)	60
<i>Envasado</i>	
— Peso unitario (g)	8 - 10
— Rendimiento (°/o)	79 - 81

Según los datos, la formulación L6 presentó características de calidad inferiores a las demás. Por esta razón, se descartó de los controles siguientes y de las pruebas de aceptabilidad.

Aceptabilidad en Pacientes Diabéticos

Considerando que estos productos fueron diseñados para el consumo de una población específica, la etapa siguiente a la selección de los productos de mejor calidad fue el estudio de aceptabilidad. Este se llevó a cabo con consumidores diabéticos, con el fin de decidir cuáles formulaciones eran preferidas por este grupo de consumidores estadísticamente representativo de la población diabética chilena ($P = 0.05$).

La Figura 2 ilustra gráficamente los resultados del test de ranking para preferencia. Según se aprecia, la formulación L2 elaborada con sacarina:sorbitol (0.35:99.65) fue preferida significativamente a nivel del 1°/o ($P = 0.01$), en tanto la formulación L4, elaborada con sacarina:fructosa (0.55:99.45) fue rechazada a ese mismo nivel. Respecto

TABLA 4

**PUNTAJES PROMEDIO PARA PARAMETRO Y CALIDAD TOTAL
DE GALLETAS LAMINADAS Y CORTADAS**

Parámetro	Formulaciones				
	L0	L1	L2	L4	L6
Color	7.6 ^A	6.9 ^{AB}	6.8 ^B	7.6 ^A	6.7 ^B
Forma	7.1 ^{Bab}	7.9 ^{Aab}	8.1 ^{Aa}	7.0 ^{Bb}	8.9 ^{Aab}
Olor	8.1 ^{Aa}	8.1 ^{Aa}	8.1 ^{Aa}	7.3 ^{Bb}	7.2 ^{Bb}
Sabor	8.2 ^{Ba}	6.3 ^{Ab}	7.9 ^{BCa}	7.1 ^{ACab}	6.9 ^{Ab}
Textura	8.1 ^{Aa}	7.6 ^{ABa}	8.0 ^{Aa}	7.2 ^{Bab}	6.4 ^b
Calidad total	8.0 ^{Aa}	7.3 ^{Bab}	7.8 ^{Ab}	7.2 ^{Bab}	7.0 ^{Ba}

Las letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencia significativa a nivel del 5^o/o entre esos productos. Igualmente, las letras minúsculas iguales indican que no hay diferencia significativa a nivel del 1^o/o entre esos productos.

a L1, este panel de consumidores no estableció preferencia o rechazo estadísticamente significativo ($P = 0.05$).

Calidad Nutritiva

Los resultados de la composición química de la formulación preferida por los consumidores diabéticos, y la correspondiente elaborada con sacarosa, se dan a conocer en la Tabla 6. Según se observa, en ambos productos la humedad fue inferior al 5^o/o, que es el máximo señalado por la literatura (11). El mayor constituyente corresponde a los extractivos no nitrogenados, valor que incluye a los carbohidratos. Como era de prever, glúcidos totales determinados experimentalmente fueron inferiores a los extractivos no nitrogenados. Estos glúcidos son los que realmente aportan calorías dentro de los llamados extractivos no nitrogenados, ya que incluye, además, taninos, pigmentos y pectinas (8).

Cabe destacar que el aporte glucídico de L2 fue inferior al control, lográndose una disminución del 19.73^o/o. Al comparar los valores reales energéticos, se observa una reducción del 10.9^o/o en la galleta L2.

Asimismo, es importante señalar que este producto, además de presentar óptima calidad y buena aceptabilidad entre los consumidores diabéticos, es un producto hipocalórico, lo que tiene la ventaja de que podría recomendarse a pacientes que siendo diabéticos presentan además obesidad.

TABLA 5

CARACTERISTICAS DE LAS FORMULACIONES SELECCIONADAS PARA GALLETAS LAMINADAS

Parámetro de calidad	Formulaciones		
	L ₁	L ₂	L ₄
	Sac : sorb = 0.25 : 99.75	Sac : sorb = 0.35 : 99.65	Sac : fruct = 0.55 : 99.45
Color	Natural, agradable, atractivo, ligeramente desuniforme entre las unidades	Agradable, tostado, atractivo, algo desuniforme en la unidad	Agradable, natural, típico, tostado, distribución ligeramente heterogénea
Forma	Regular, uniforme, bien conservada, pequeñas grietas	Muy bien conservada, bordes levemente agrietados	Bien conservada, superficie algo irregular o pequeñas grietas
Olor	Típico, agradable, específico	Agradable, típico, específico, suave, equilibrado, característico	Típico, suave, leve, específico, agradable, algo plano
Sabor	Plano, aceptable, sin amargor residual, dulzor adecuado	Específico, completo, agradable, dulzor adecuado	Suave, bueno, agradable algo plano
Textura	Buena, crujiente, agradable, equilibrada	Muy buena, crujiente, fresca, tierna, firme	Buena, crujiente, algo quebradiza

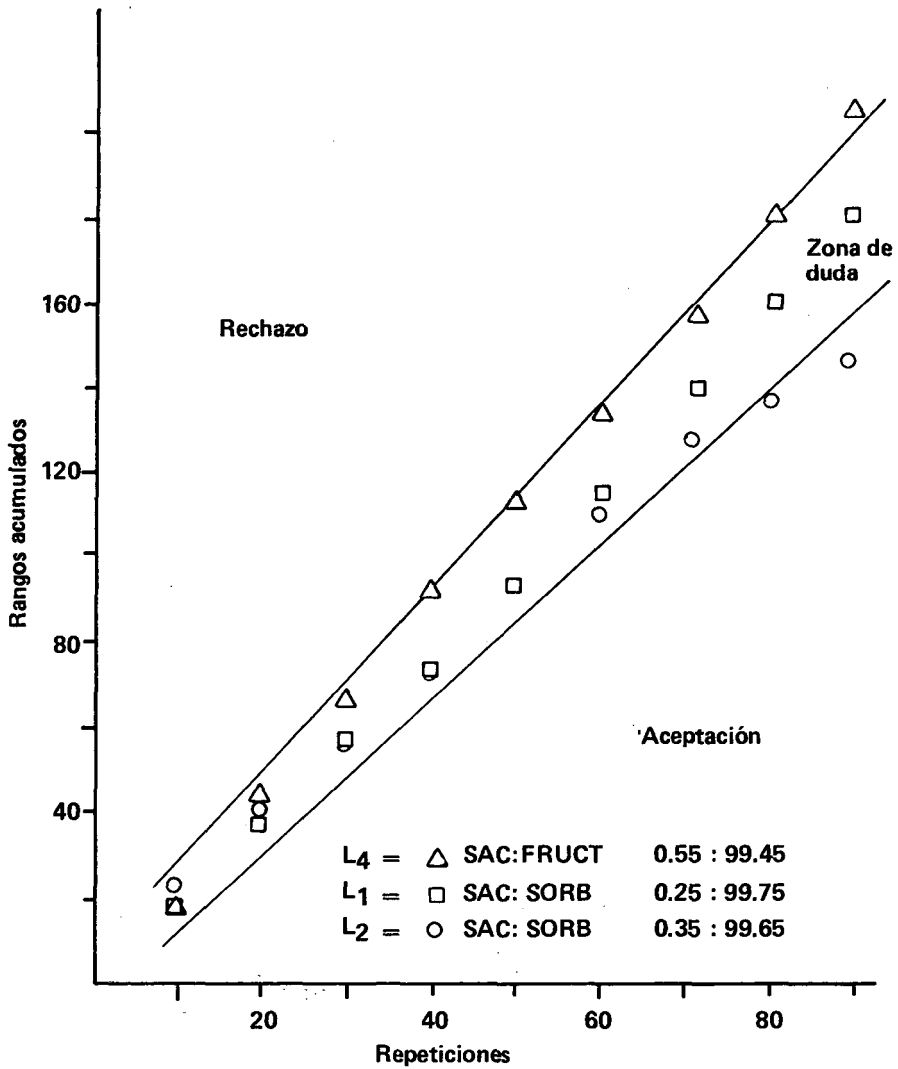


FIGURA 2

Test de ranking para preferencia de galletas laminadas
($P \leq 0.01$, $n = 88$)

TABLA 6

VALOR NUTRITIVO Y ENERGETICO DE FORMULACIONES DE GALLETAS

Composición (°/o)	Formulaciones	
	L0	L2
Humedad	3.6	3.4
Extracto etéreo	16.0	16.8
Fibra	0.2	0.3
Proteínas (i)	5.2	5.6
Cenizas	0.9	1.0
Extracto no nitrogenado (ii)	74.1	72.9
Glúcidos totales (iii)	68.4	54.9
Calorías teóricas	483.7	487.7
Valor energético	460.0	463.0
Calorías reales teóricas	459.8	412.1
Valor real energético	436.6	389.0
Calorías brutas (iv)	497.0	522.0

i = Proteínas expresadas N x 5.7.

ii = Determinado por diferencia.

iii = Expresados como azúcar invertido (g/100g).

iv = Bomba calorimétrica.

CONCLUSIONES

Con base en los hallazgos del estudio comentado, se concluye que:

Es factible producir galletas para diabéticos usando edulcorantes sustitutos de la sacarosa.

El uso de mezclas de edulcorantes como sustitutos de la sacarosa, proporciona ventajas de orden económico, tecnológico y de aceptabilidad.

La estandarización de las materias primas y la elaboración del producto con un proceso bajo control, permitió obtener galletas de muy buena calidad uniforme.

Las variables del proceso que deben controlarse son: temperatura, tiempo y velocidad de mezcla, espesor de la lámina de masa, temperatura y tiempo de horneado. Estas variables deben establecerse de acuerdo a las materias primas, tipo de formulación, tipo de maquinaria y capacidad de producción del equipo.

Al reemplazar la sacarosa por otros edulcorantes de dulzor relativo conocido, es imprescindible realizar ensayos con el producto elaborado hasta optimizar su concentración, debido a la interacción que se genera con el resto de los ingredientes.

Tanto las formulaciones como el proceso de elaboración optimizado, resultaron ser muy satisfactorios, ya que los productos elaborados demostraron tener grado de calidad 1, lo que indica características típicas del producto.

La formulación de galleta laminada y cortada seleccionada corresponde a la elaborada con la mezcla de edulcorantes sacarina:sorbitol = 0.35:99.65. Al compararla con el mismo tipo de galleta elaborada con sacarosa, se observa una reducción de 10.90% en el aporte calórico, y una disminución de 19.730% en el contenido de glúcidos totales.

SUMMARY

FORMULATION, PREPARATION AND EVALUATION OF LAMINATED AND CUT COOKIES, FOR DIABETICS

Laminated and cut cookies formulated with natural and/or artificial sweeteners as substitutes of sucrose, are presented as a new alternative of choice for persons on a restricted diet.

According to data in the literature, market availability and technological and economic limitations involved in the use of pure sweeteners, four mixtures were selected for the formulation of the cookies, instead of sucrose. Their composition and relative sweetness were as follows:

Composition (0/o)	Sweetness equivalent to 80/o sucrose
Saccharin:sorbitol = 0.25 : 99.75	1.08
Saccharin:sorbitol = 0.35 : 99.65	1.26
Saccharin:fructose = 0.55 : 99.45	2.17
Sorbitol: fructose = 41.83 : 58.17	0.84

After the statistical analysis of results, formulations presenting significantly superior quality characteristics were selected. As observed, all alternatives subjected to evaluation were grade 1.

A study of acceptability by diabetic patients was carried out with these products through a ranking test, in order to determine which were the formulations preferred. This revealed a significant preference for the cookies containing saccharin-sorbitol = 0.35:99.65, at a 10% level of significance.

Their nutritional and caloric values, as well as the chemical composition of the selected formulations were then determined. The results showed a 10.90% decrease in caloric contribution.

BIBLIOGRAFIA

1. Kannel, W.B. & D.L. McGee. Diabetes and cardiovascular disease: The Farmingham Study. *J. Am. Med. Assoc.*, 241: 2035, 1979.
2. American Diabetes Association. Principles of nutrition and dietary recommenda-

- tions for individuals with diabetes mellitus. *J. Am. Diet. Assoc.*, 75: 527, 1979.
3. Miranda, P.M. & D.L. Horwitz. High-fiber diets in the treatment of diabetes mellitus. *Ann. Int. Med.*, 88: 482, 1979.
 4. Manley, D. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. England, Ellis Harwood Limited, 1983.
 5. Matz, S.A. & T.D. Matz. *Cookie and Cracker Technology*. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., 1980.
 6. Astete, A. & L. Gómez. *Formulación y Evaluación de Productos de Horneo Dietéticos. I. Diabéticos*. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas, 1983.
 7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed., Washington D.C., The Association, 1980.
 8. Schmidt-Hebbel, H. *Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Santiago, Alafabeta Impresores, 1981.
 9. Wittig de Penna, E. *Evaluación Sensorial, una Metodología para Tecnología de Alimentos*. Santiago, Talleres Gráficos USACH, 1981.
 10. Kramer, A., G. Kahan, D. Cooper & A. Papavasiliou. *A Non-Parametric Ranking Method for the Statistical Evaluation of Sensory Data*. Scientific Article A 1857, Contribution 4767 of the Maryland Agricultural Experimental Station (Food Science Program), 1974.
 11. Sultan, W. *Practical Baking*. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., 1965.

EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON POLIVINILPIRROLIDONA (PVP) SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL SORGO

Sara I.L. de Mucciarelli,¹ Mirta L. de Arellano,¹ Norma G. de Lúquez,¹
José Cid¹ y Silvia Fernández¹

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia
Universidad Nacional de San Luis
San Luis, República Argentina

RESUMEN

En este trabajo los autores se propusieron comprobar que el elevado contenido de compuestos polifenólicos en el grano de sorgo (*Sorghum saccharatum*, var. sugar drip) ejerce una influencia desfavorable sobre la absorción nitrogenada.

Para arribar a esta conclusión, se disminuyó el contenido de taninos de la harina de sorgo mediante tratamiento con polivinilpirrolidona (PVP), como complejante.

Se realizaron experiencias biológicas con harina sin tratamiento (S), y tratada con PVP (S + PVP).

El tratamiento mejoró la digestibilidad verdadera (D), obteniéndose los valores siguientes: para S = 31.3 ± 2.67 , y para S + PVP = 55.8 ± 3.48 (significación $P < 0.001$). La valoración de taninos arrojó estos resultados: S = $1.90\text{g}/100\text{g}$, y S + PVP = $0.85\text{g}/100\text{g}$, informados como ácido tánico.

El aumento de digestibilidad se tradujo en un mejor aprovechamiento nitrogenado, siendo los valores de utilización proteínica neta (NPU) para S y S + PVP de 19 ± 1.58 y 37 ± 3.36 , respectivamente (significación $P < 0.001$).

INTRODUCCION

El sorgo, un cereal bien adaptado a las zonas semiáridas de nuestra Provincia (San Luis), contiene cantidades variables de compuestos polifenólicos o taninos. No se ha establecido del todo el efecto de estos polifenoles sobre el valor nutricional (1).

Se ha sugerido que en las legumbres, los taninos juegan un importante rol, disminuyendo la digestibilidad de las proteínas (2). Rogler y colaboradores (3), han estudiado la influencia del estado de madurez de los granos de sorgo en su valor nutricional, la que a su vez correlacionan con

Manuscrito modificado recibido: 6-3-87.

¹ Miembros de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, San Luis, República Argentina.

el contenido y la química de los taninos. Por su parte, Singh (4), ha puesto en evidencia la actividad inhibitoria de los polifenoles sobre las enzimas digestivas: tripsina, quimiotripsina y amilasa, destacando las implicaciones de esta actividad en la utilización de hidratos de carbono y proteínas.

En el trabajo aquí comentado, referimos, pues, los resultados obtenidos con las experiencias biológicas realizadas con harina de grano de sorgo sin tratar (S) y tratada, usando polivinilpirrolidona (PVP) como agente complejante de taninos (S + PVP) (5,6).

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó harina de sorgo (*Sorghum saccharatum*, var. sugar drip) cuyo cultivo y selección en nuestra Provincia, San Luis, está a cargo de la Subsecretaría de Asuntos Agrarios, Dirección de Agricultura, en la Estación Experimental San Roque. Cabe señalar que la harina utilizada en nuestro estudio se obtuvo por molienda del grano y posterior tamizado (tamiz No. 35).

Extracción de Polifenoles

El tratamiento de las muestras con PVP, se hizo usando una solución del complejante al 10% P/V (4), a temperatura ambiente y con agitación mecánica durante 60 minutos. Pasado ese tiempo se centrifugó, desechando el sobrenadante. Luego, la harina lavada se secó en estufa de circulación forzada a 37°C.

Determinación de Taninos

La valoración de taninos en harinas sin tratar y tratadas con PVP, se hizo de acuerdo a lo aconsejado por Chukwra y Muller (7).

Experiencias Biológicas

El aprovechamiento nitrogenado se evaluó mediante la determinación de la utilización proteínica neta (NPU), y la digestibilidad verdadera (D), usando el método propuesto por Miller y Bender (8). Se usaron 12 ratas de la cepa Wistar de 30 días de edad, con un peso promedio de 55 g \pm 4.8. Se trabajó con tres lotes de cuatro ratas, dos de los cuales se alimentaron, en cada caso, con las harinas en estudio (S y S + PVP). El tercero recibió la dieta carente de proteínas.

En cuanto a las dietas, la harina de sorgo sin tratar, con un contenido de 9.36 g/100 g de proteína, fue administrada sin agregado alguno. En el caso de la harina de sorgo sometida a tratamiento con PVP, el contenido proteínico era de 11.18 g/100 g, y valiéndose del agregado de dextrina, se llevó a una concentración de proteína ajustada a 9.36.

La determinación de proteína de las dietas y del nitrógeno corporal y fecal se hace por mineralización, aplicando el procedimiento Kjeldahl, con posterior determinación de nitrógeno por el método potenciométrico (9).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se consignan los datos referentes a concentración de taninos, aumento de peso e ingesta, así como los valores de NPU y D obtenidos con la harina no tratada, y tratada con complejante.

TABLA 1
CALIDAD BIOLÓGICA DE LA HARINA DE SORGO
SIN TRATAR Y TRATADA

Dieta	Ingesta $\bar{x} \pm DE$	Ganancia de peso $\bar{x} \pm DE$	Taninos c/ac. tánico g °/o	NPU $\bar{x} \pm DE$	D $\bar{x} \pm DE$
S	81.53 \pm 5.84	1.8 \pm 1.25	1.90	19 \pm 1.58	31.3 \pm 2.67
S + PVP	95.00 \pm 8.80	7.5 \pm 0.70	0.85	37 \pm 3.36 ^a	55.8 \pm 3.48 ^a

DE = Desviación estándar.

S = Harina de sorgo sin tratar.

S + PVP = Harina de sorgo tratada con PVP.

a = Diferencia muy significativa entre S y S + PVP; $P < 0.001$ calculado por la prueba "t" de Student.

NPU = Utilización proteínica neta.

D = Digestibilidad verdadera.

De la observación de los valores obtenidos en las experiencias se deduce que la harina de sorgo sin tratar tiene una D muy baja (31.3 \pm 2.67), bajos valores de NPU (19 \pm 1.58), y produce escasa ganancia ponderal, pese a que la ingesta, en un lapso de 10 días, fue adecuada.

El tratamiento con PVP mejoró sensiblemente la D (55.8 \pm 3.48), con una significación de $P < 0.001$, con respecto al sorgo sin tratamiento.

Otro punto de interés que surge de los resultados, es el aumento significativo de NPU (37.3 \pm 3.36), $P < 0.001$, seguramente como consecuencia de la mejor absorción de nitrógeno.

Analizando los resultados obtenidos en nuestros experimentos, es evidente que al disminuir el tenor de taninos en la harina (en un porcentaje de 45°/o), su calidad biológica mejora sensiblemente. Ello ocurre como resultado de un mejor aprovechamiento nitrogenado, hecho señalado ya por Singh (4).

SUMMARY

EFFECT OF THE TREATMENT WITH POLYVINYLPIRROLIDONE (PVP) ON
THE SORGHUM'S NUTRITIONAL QUALITY

The purpose of this paper was to show that a high polyphenolic compound

content in the sorghum grain (*Sorghum saccharatum*, var sugar drip) has an unfavorable influence on the nitrogen absorption.

In order to arrive at this conclusion, the tannin content in sorghum flour was reduced by means of a treatment with polyvinylpyrrolidone (PVP) as a complexing agent.

Several biological experiments were performed with non-treated flour (S) and with PVP-treated flour (S + PVP).

Treatment improved true digestibility (D), having obtained the following values: for S = 31 ± 2.67 , and for S + PVP = 55.8 ± 3.48 (significance $P < 0.001$). The tannin evaluation yielded the following results: S = 1.90 g/100 g, and S + PVP = 0.85 g/100 g reported as tannic acid.

The digestibility increase induced a better nitrogenous utilization, the net protein utilization (NPU) values being from 19 ± 1.58 to 37 ± 3.36 for S, and S + PVP, respectively.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica, Ministerio de Educación y Justicia, y por la Universidad Nacional de San Luis.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., L.G. Elías, A. Wolzak, A.E. Hagerman & L.G. Butler. Tannin in common beans: Methods of analysis and effects on protein quality. *J. Food Sci.*, 48: 1000-1003, 1983.
2. Nget-Hong Tan, Kai-Choo Wong & B.O. de Lumen. Relationship of tannin levels and trypsin inhibitor activity with the *in vitro* protein digestibilities of raw and heat-treated winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*). *J. Agric. Food Chem.*, 32: 819-822, 1984.
3. Rogler, J.C. & D.R. Sell. Effects of stage of maturity on the tannin content and nutritional quality of low and high tannin sorghum. *Nutr. Reps. Internat.*, 29: 1281-1287, 1984.
4. Singh, U. The inhibition of digestive enzymes by polyphenols of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). *Nutr. Reps. Internat.*, 29: 745-753, 1984.
5. Plaizier-Vercammen, J.A. Interaction of povidone with aromatic compounds. V. Relationship of binding tendency in a macro-molecular solution treated as a pseudo two phase and a monophasic. *J. Pharm. Sci.*, 73: 1774-1779, 1984.
6. Molyneux P. & H.P. Frank. The interaction of polyvinylpyrrolidone with aromatic compounds in aqueous solution. Part I. Thermodynamics of the binding equilibria and interaction forces. *J. Am. Chem. Soc.*, 83: 3169-3174, 1961.
7. Chukwura E.N. & H.G. Muller. Effect of tannic acid on a low tannin African sorghum variety in relation to carbohydrate and amylase. *J. Food Sci.*, 47: 1380-1381, 1982.
8. Miller, D.S. & A.E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9: 382-388, 1955.
9. Bremner J. & M.A. Tabatabai. Use of ammonia electrode for determination of ammonium in Kjeldahl analysis of soils. *Comm. in Soil and Plant Anal.*, 3(2): 159, 1972.

UTILIZACION DEL GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) EN
FORMULAS NO LACTEAS. I. COMPOSICION QUIMICA
Y CALIDAD NUTRITIVA DEL GARBANZO Y SU
COMPARACION CON FORMULAS INFANTILES COMERCIALES¹

Angela Sotelo,² Marta Lucía Arenas³ y Miguel Hernández⁴

Instituto Mexicano del Seguro Social
Unidad de Investigacion Biomédica, Centro Médico Nacional
México D. F., México

RESUMEN

Se efectuó un estudio para determinar la composición química y la calidad proteínica en ratas (PER, NPR y NPU) del garbanzo (*Cicer arietinum*) y de diferentes fórmulas infantiles utilizadas como sustitutos de la leche en niños con intolerancia a la lactosa. Las fórmulas utilizadas fueron "Casec" (caseinato de calcio) "Sobee" (polvo a base de soya) y "Plenilac" (leche en polvo), además garbanzo solo o suplementado con metionina y/o triptofano.

Los contenidos de proteína y grasa del "Casec" fueron 88^o/o y 2^o/o, respectivamente, en tanto que en el garbanzo, "Sobee" y "Plenilac" se encontraron los siguientes valores: 18.9 y 8^o/o, 22 y 18^o/o, 26 y 28^o/o de proteína y grasa, respectivamente. Se determinó que los cuatro alimentos eran deficientes en aminoácidos azufrados, presentando el "Sobee" el puntaje químico más bajo (57), seguido por el garbanzo (62), el "Casec" (68) y por último el "Plenilac" (82). El garbanzo suplementado con metionina fue deficiente en valina (P.Q. 76). Los valores más elevados de PER, NPR y NPU se obtuvieron con el garbanzo suplementado con metionina y con el "Plenilac", mientras que el garbanzo sin suplementar tuvo una calidad proteínica similar al "Casec" y al "Sobee". Por lo tanto, en esta forma o suplementado con metionina, el garbanzo puede utilizarse como un sustituto de leche en niños desnutridos con intolerancia a la lactosa.

Manuscrito modificado recibido: 22-6-87.

- ¹ Este proyecto fue financiado parcialmente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Proyecto PCALBNA 021547.
- ² Investigador. Jefe de la Sección de Bromatología de la División de Nutrición, Unidad de Investigación Biomédica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Av. Cuauhtémoc 330, 03020 México D.F., México.
- ³ Estudiante de posgrado de Tecnología de Alimentos adscrita a la misma Sección.
- ⁴ Investigador de la Sección ya citada.

INTRODUCCION

Por su frecuencia y consecuencias, la desnutrición proteínico-calórica es uno de los principales problemas de salud pública del mundo. Esta puede iniciarse por una baja disponibilidad de alimentos, por barreras de tipo cultural o después de presentarse infecciones gastrointestinales severas. En este último caso, antes de corregir la desnutrición es indispensable eliminar la infección y efectuar una rehidratación correcta (1).

El tratamiento alimenticio para corregir la desnutrición, consiste simplemente en dar al paciente una dieta abundante y combinada. En el caso de los lactantes, la leche es el alimento ideal para la recuperación, pero su administración puede verse restringida ya que a los niños con desnutrición severa se les modifica parcialmente su sistema enzimático digestivo. Por ese motivo, la leche debe darse en concentraciones bajas (mezclada con agua hervida), o bien utilizar sustitutos como son caseinato de calcio, o leche a base de soya, hasta lograr la regeneración completa de la mucosa intestinal y del tejido pancreático (1, 2).

Por su buena cantidad y calidad de proteína (3, 4) el garbanzo (*Cicer arietinum*) puede ser otro sustituto, ya que existen antecedentes de su utilización mezclado con otros alimentos en el tratamiento de la desnutrición proteínico-calórica (5-8). Este trabajo tuvo como objetivo efectuar, en ratas, una evaluación comparativa de la calidad proteínica del garbanzo solo o suplementado con aminoácidos, y de los sustitutos de leche más utilizados en México para la recuperación de niños con desnutrición proteínico-calórica.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado fue el siguiente: "Casec" (caseinato de calcio), "Sobee" (fórmula de soya) ambos elaborados por los laboratorios Mead Johnson (Mead Johnson de México, S.A. de C.V.), "Plenilac" o leche en polvo de LICONSA (Leche Industrializada Conasupo, S.A. de C.V.), proporcionados por el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional (IMSS, México, D.F.) y garbanzo comercial cocido (variedad macarena). El tratamiento de cocción y molienda de este último consistió en someterlo a un proceso casero de cocción (a ebullición durante tres horas). Al finalizar el cocimiento se eliminó el caldo o agua de cocción y se secó 20 horas a la temperatura de 60-70°C, moliéndose luego en un molino Arthur H. Thomas hasta pasar la malla del No. 20. Esta leguminosa se utilizó sola y adicionada de 0.3% de DL-metionina, o de 0.1% de L-triptofano, o ambos en la elaboración de las dietas.

Las determinaciones químicas fueron el análisis proximal (9) y el contenido de aminoácidos. Para esto último las muestras fueron hidrolizadas con HCl 6N durante 18 hr a 110-115°C, y la medición se hizo en un autoanализador Perkin Elmer KLA-5. La determinación de triptofano se efectuó de acuerdo a la técnica de Lombard y Lange (10.) Para determinar la calidad proteínica se elaboraron dietas (que se presentan en la Tabla 1) para medir el PER (razón de eficiencia proteínica) (11, 12),

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS AL 10^o/o DE PROTEINA Y 422 Kcal
(g/100 g de dieta)

Componentes	Garbanzo	Casec	Plenilac	Sobee	D.L.N.*
	52.9	11.4	38.5	45.4	
Dextrina ¹	11.7	45.0	30.1	21.0	55.0
Glucosa ²	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Aceite ³	9.8	13.8	4.0	5.8	14.0
Sales minerales ⁴	2.8	3.5	1.6	2.0	4.0
Vitaminas ⁵	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Celulosa ⁶	1.8	5.3	4.8	4.8	6.0
L-Triptofano	0.1				
DL-Metionina	0.3				

* Dieta libre de nitrógeno.

1 Dextrina MIR 112491. Aranal, S.A. de C.V. Guadalajara, Jal. México.

2 Glucosa anhidra, grado FNEUM. Polibásicos, S.A. de C.V. Guadalajara, Jal., México.

3 Aceite de cártamo comestible.

4 Mezcla de minerales de Roger-Harper. Teklad Test Diet. Madison, Wisconsin 53713, E.U.A.

5 Mezcla de vitaminas. Teklad Test Diet. 2826 Latham Drive. Madison, Wis 53713, E.U.A.

6 Fibra no nutritiva (Cellulose type). Teklad Test Diet. Madison, Wis. 53713, E.U.A.

NPU modificada (utilización neta de la proteína) (13, 14) y NPR (razón proteínica neta) (15, 16).

Se utilizaron con esa finalidad ratas albinas macho, recién destetadas de 21-23 días de edad, de la cepa Sprague Dawley, cuyo peso promedio al inicio del estudio era de 49 ± 1 g. Las ratas se alojaron en jaulas individuales en condiciones de bioterio (12 horas de luz y 12 horas de oscuridad a la temperatura de 20-21°C) y se alimentaron *ad libitum* con las diferentes dietas (10^o/o de proteína y 422 Kcal) durante 21 días, llevándose un control del peso del animal y del alimento consumido, dos veces por semana; con ello se determinó la NPR a los 10 días, y el PER a las tres semanas. Al final de este período las ratas se sacrificaron, y se obtuvo una fracción del hígado en la que se determinó el contenido de nitrógeno y la NPU. Los resultados constituyen el promedio de siete ratas \pm error estándar. Se efectuó el análisis de varianza y la prueba de "t" múltiple entre las diferentes dietas, así como el coeficiente de correlación entre los métodos biológicos (17).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se da a conocer la composición química de las muestras.

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA DEL GARBANZO, "CASEC", "PLENILAC" Y "SOBEE"
(g/100 g muestra)

Componente	Garbanzo	Casec	Plenilac	Sobee
Humedad	4.6	5.5	3.0	2.0
Cenizas	2.3	4.5	6.0	4.5
Grasa	8.0	2.0	28.0	18.0
Proteína	18.9	88.0	26.0	22.0
Fibra	3.1	—	—	0.5
Carbohidratos	63.1	—	37.0	53.0

Según se observa, el "Casec" acusó 88^o/o de proteína, el "Plenilac" 26^o/o, y el "Sobee" y el garbanzo presentaron 22.0 y 18.9^o/o, respectivamente.

El contenido de aminoácidos esenciales, expresado en g/16 g de nitrógeno, se muestra en la Tabla 3. Todas las muestras fueron deficientes en aminoácidos azufrados, teniendo el "Sobee" el recuento químico más bajo: 57. Al añadir metionina al garbanzo ese recuento ascendió de 62 a 75 y, en este caso, la valina fue el aminoácido limitante. La sola adición del triptofano no mejoró el recuento químico del garbanzo, en vista de que los aminoácidos azufrados continuaron siendo los limitantes.

Los resultados del PER, NPR y NPU del material estudiado, se aprecian en la Tabla 4. La muestra que dio los valores más altos en los métodos fue el garbanzo suplementado con metionina y triptofano, con un PER de 3.48, una NPU de 64.3 y una NPR de 4.92. El "Casec" y el "Sobee" fueron los que mostraron los valores más bajos. En la Tabla 5 se presentan, asimismo, los valores de PER para estos dos alimentos, comparados con caseína (Casein, vitamin-free test. Teklad Test Diet. Madison, Wis USA) y con el frijol de soya cocido (comercial). De nuevo se encontraron valores bajos para el "Casec", con un PER de 1.84, por 2.50 de la caseína y para el "Sobee", con un PER de 1.61 por 2.14 del frijol de soya cocido.

DISCUSION

Entre los productos industrializados, el "Casec" y el "Plenilac" tuvieron una composición química similar a la informada en las etiquetas de los productos; comparado con la leche en polvo, el "Sobee" acusó menor contenido de grasa y proteínas y mayor cantidad de carbohidratos. El garbanzo dio una composición química similar a la que se ha informado para él (19); es de hacer notar su elevado contenido de grasa (8^o/o), sólo inferior entre las leguminosas, a la soya y al cacahuete (20).

El "Plenilac" o leche en polvo tuvo el mejor balance de aminoácidos, con un recuento químico superior a los demás, hecho que confirma la excelente calidad proteínica de este alimento (21). Se ha mencionado

TABLA 3

AMINOACIDOS ESENCIALES Y PUNTAJE QUIMICO DEL GARBANZO,
"CASEC", "SOBEE" Y "PLENILAC"
(g/16 g de nitrógeno)

Aminoácidos	Garbanzo	Sobee	Casec	Plenilac	FAO (18)
Lisina	7.47	5.41	8.50	10.17	5.44
Isoleucina	4.76	4.52	4.83	6.67	4.00
Leucina	8.46	7.50	9.47	12.12	7.04
Valina	4.84	4.57	6.04	8.09	4.96
Treonina	4.23	5.21	5.02	6.30	4.00
Fenilalanina + tirosina	9.43	8.61	11.74	11.27	6.08
Metionina + cistina	2.61	2.19	3.34	4.88	3.52
Triptofano	1.00	1.03	0.96	1.34	0.96
Con metionina adicionada (0.3 ^o /o)	5.72				
Con triptofano agregado (0.1 ^o /o)	1.85				
Puntaje químico	62*	57*	68*	82*	
Con metionina adicionada	76**				
Con triptofano agregado	61*				
Con ambos aminoácidos	75**				

* Aminoácido limitante: Azufrados.

** Aminoácido limitante: Valina.

$$\text{Puntaje químico} = \frac{\text{\% del aminoácido de la proteína problema}}{\text{\% del aminoácido de la proteína de referencia}} \times 100$$

que el garbanzo es deficiente tanto en aminoácidos azufrados como en triptofano (22). En este trabajo, sin embargo, se logró demostrar que solamente es deficiente en aminoácidos azufrados al igual que la mayoría de las leguminosas (23, 24). Lo que es más, el contenido de triptofano fue relativamente alto y muy semejante al notificado por otros autores (25, 26).

Los tres métodos biológicos usados para evaluar la calidad de la proteína, lo hacen de una manera similar, encontrándose un coeficiente de correlación entre el PER y NPU de 0.905 y entre PER y NPR de 0.971, lo que confirma que el PER es un método adecuado para medir la calidad proteínica. Además, en el trabajo que aquí se comenta, fue el que indicó más claramente los cambios ocurridos en la calidad proteínica por la adición de los aminoácidos al garbanzo. Con respecto al material sometido a estudio, el garbanzo sin suplementar tuvo un buen PER y una buena NPR, superiores al "Sobee" y al "Casec" (aunque la diferencia no fue significativa). La adición de sólo triptofano no mejoró significa-

TABLA 4

RELACION DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER), UTILIZACION NETA DE LA PROTEINA (NPU) Y RELACION DE PROTEINA NETA (NPR) DEL GARBANZO, "SOBEE", "CASEC" Y "PLENILAC"

Muestras	PER*	NPU*	NPR*
Garbanzo	2.06 ± 0.09 ^{bc}	54.4 ± 5.3	4.19 ± 0.13 ^{bc}
Garbanzo + 0.3 ^o /o de DL-metionina	3.04 ± 0.21 ^a	54.6 ± 6.7	4.92 ± 0.19 ^a
Garbanzo + 0.1 ^o /o de L-triptofano	2.32 ± 0.25 ^b	52.6 ± 6.0	4.34 ± 0.12 ^{ab}
Garbanzo + 0.3 ^o /o de DL-metionina y 0.1 ^o /o de L-triptofano	3.48 ± 0.08 ^a	64.3 ± 2.6	4.92 ± 0.10 ^a
Casec (Mead Johnson)	1.75 ± 0.15 ^{bc}	46.8 ± 5.3	3.82 ± 0.23 ^{bc}
Sobee (Mead Johnson)	1.53 ± 0.22 ^c	48.9 ± 5.2	3.64 ± 0.19 ^c
Plenilac (Liconsa)	3.16 ± 0.10 ^a	59.5 ± 4.0	4.70 ± 0.15 ^{ab}

* Los resultados son el promedio de 7 ratas ± error estándar. Las diferentes letras en la columna, implican diferencias significativas a un $P \leq 0.05$. En el caso de la NPU, no hubo diferencias significativas.

TABLA 5

RAZON DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DE CASEINA, "CASEC" FRIJOL DE SOYA COCIDO Y "SOBEE"
(Promedio de 7 ratas ± error estándar)

Muestras	PER*
Caseína (Teklad test diet, Madison Wiscosin, USA)	2.50 ± 0.13 ^a
Casec (Mead Johnson de México, S.A. de C.V.)	1.84 ± 0.23 ^{bc}
Frijol de soya cocido (comercial)	2.14 ± 0.17 ^{ab}
Sobee (Mead Johnson de México, S.A. de C.V.)	1.61 ± 0.23 ^c

* Las diferentes letras en la columna, implican diferencias significativas, a un $P \leq 0.05$.

tivamente estos valores, lo que en cambio sí sucedió con el agregado de metionina, o metionina y triptofano (dieron valores de PER y NPR similares a los de la leche en polvo), lo que nuevamente confirma que esta leguminosa es deficiente en aminoácidos azufrados (27). Es importante indicar que entre los miembros de esta familia, el garbanzo es uno de los que tienen mayor contenido de metionina (28). El hecho de que dicha leguminosa suplementada con metionina y triptofano acusara los valores más elevados en PER, NPU y NPR, podría indicar que una vez eliminada la deficiencia de metionina, el triptofano pueda ser ligeramente deficiente, al igual que la valina, que fue el aminoácido que dio el recuento químico más bajo en el garbanzo suplementado.

El "Sobee" y el "Casec" acusaron los valores más bajos en calidad proteínica, medida por los tres métodos biológicos, lo que resultó desconcertante, ya que es sabido que por lo menos la caseína es de mejor calidad proteínica que la soya y el garbanzo (21, 29). Por ello, se hizo una nueva evaluación biológica (PER) de este material, comparándolo con una caseína obtenida de diferente fuente y con el frijol de soya cocido. Una vez más, el "Casec" y el "Sobee" presentaron bajos valores de PER, significativamente inferiores a la caseína y al frijol de soya, respectivamente. Se ignora la causa que pudo haber provocado las diferencias en PER encontradas en este trabajo; en cambio, el frijol de soya cocido tuvo un PER similar al informado en la literatura (30).

Tanto los análisis químicos como los biológicos demostraron que el garbanzo tiene una buena calidad proteínica (deficiente en aminoácidos azufrados) similar a la del "Casec" y "Sobee". Por lo tanto, podría ser utilizado (suplementado o no) como sustituto no lácteo en niños con desnutrición proteínico-calórica que tengan intolerancia a la leche.

SUMMARY

USE OF CHICK-PEA (*Cicer arietinum* L.) 1N NON-DAIRY FORMULAS I. CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE QUALITY OF CHICK-PEA AND IT'S COMPARISON WITH COMMERCIAL INFANT FORMULAS

A study was carried out to determine, in rats, the chemical composition and protein quality determinations: PER, NPR and NPU of chick-pea, milk powder and two different commercial infant formulas for babies with lactose intolerance. The formulas studied were "Casec" (calcium caseinate), "Sobee" (soy flour), "Plenilac" (milk powder) and cooked chick-pea flour, alone or supplemented with methionine and/or tryptophan. The protein and fat contents of "Casec" were 88 and 20%, respectively, while chick-pea, "Sobee" and "Plenilac" exhibited 18.9 and 80%, 22 and 180%, 26 and 280%, respectively. The four products were deficient in sulfur amino acids, with "Sobee" exhibiting the lowest chemical score (57), followed by chick-pea (62), "Casec" (68) and "Plenilac" (82). The chick-pea supplemented with methionine was deficient in valine (C.S. 76). The higher values of PER, NPR and NPU were obtained with the chick-pea supplemented with methionine, and with the "Plenilac" samples, while chick-pea without amino acid supplementation, however, had a protein quality similar to "Casec" and to "Sobee".

According to these results, therefore, chick-pea alone or supplemented with methionine can be utilized as a milk substitute in malnourished children with lactose intolerance.

BIBLIOGRAFIA

1. Vega-Franco, L. Las enfermedades diarreicas en los niños: Lo que todos debemos saber. Cuadernos de Nutrición, 7: 38-42, 1984.
2. Plata, R.E. & L. Sánchez. Desnutrición. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bogotá, Colombia, 1975. (Pediatria Práctica. Serie A Vol. 1 No. 2).
3. Singh, P.T., G.L. Soni & R. Singh. Biochemical evaluation of the common pulses of the Punjab State. I. Proximate analysis. J. Res. Punjab Agric. Univ., 14:318-322, 1977.

4. Hernández, M. & A. Sotelo. Nutritional evaluation of wheat flour cookies supplemented with chick-pea, cheese, whey and amino acids. *Nutr. Repts. Internat.*, **29**:845-858, 1984.
5. Tannous, R.I., J.W. Cowan, F. Rinnu, R.J. Asfour & Z. Sabry. Protein-rich food mixtures for feeding infants and preschool children in the Middle East. I. Development and evaluation of Laubina mixtures. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **17**:143-147, 1965.
6. Sadre, M., R. Payan, G. Donoso & H. Hedayat. Protein food mixture food for Iran. *J. Amer. Dietet. Assoc.*, **60**:131-134, 1972.
7. Prasanna, G., H.N. Chandrasekhara, R. Padme-Rani, K.S. Srinivasan & M.R. Chandrasekhara. Supplementary foods for preschool children. *Nutr. Repts. Internat.*, **13**:71-77, 1976.
8. Devadas, R.P., U. Chandrasekhar, G. Vasenthami & V. Gayathri. Evaluation of mixture based on sunflower meal, bengal gram flour and sesame on school children. *Ind. J. Nutr. Dietet.*, **14**:291-295, 1977.
9. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. W. Horwitz (Ed.). 11th ed. Washington, D.C. The Association, 1970. Sections: 2.051, 7.003, 7.010, 7.048, & 7.057.
10. Lombard, J. & D. Lange. The chemical determination of tryptophan in food and mixed diets. *J. Anal. Biochem.*, **10**:260-265, 1965.
11. Osborne, T.B., L.B. Mendel & E.L. Ferry. A method of expressing numerically the growth promoting value of protein. *J. Biol. Chem.*, **37**:329, 1919.
12. Sotelo, A. & M. Hernández. Nutritional evaluation of three varieties of beans (*Phaseolus*) using chemical and biological methods. *Nutr. Repts. Internat.*, **22**:607-616, 1980.
13. Lachance, P.A. & G.A. Miller. Protein quality assessment in the rat: Correlation between whole carcass and limb nitrogen concentration. *Nutr. Repts. Internat.*, **7**:25-32, 1973.
14. Sotelo, A. & B. Lucas. Determination of net protein utilization using whole carcass, hind leg or liver of the rat and its relationship with protein efficiency ratio determination. *J. Nutr.*, **108**:61-66, 1978.
15. Bender, A.E. & B.H. Doell. Biological evaluation of proteins. A new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**:140-148, 1957.
16. McLaughlan, J.M., G.H. Anderson, L.R. Hackler, D.C. Hill, G.R. Jansen, M.O. Keith, G. Sarwer & F.W. Sosulski. Assessment of rat growth methods for estimating protein quality: Interlaboratory study. *JAOAC.*, **63**:462-467, 1980.
17. Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. *Principles and Procedures of Statistics* 1st. ed. New York, N.Y., McGraw-Hill Book Co, 1960.
18. FAO/WHO. *Energy and Protein Requirements*. Report of a Joint FAO/WHO *Ad Hoc* Expert Committee. Rome, FAO, 1973. (FAO Nutrition Meeting Report Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
19. Sosulski, F. & M.D. Garrat. Functional properties of ten legume flours. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, **9**:68-69, 1976.
20. Aykroyd, W.R. & J. Doughthy. *Las Leguminosas en la Nutrición Humana*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1964. (FAO Estudio sobre Nutrición No. 10).
21. *Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins*. Food Policy and Food Science Service. Nutrition Division, FAO. Rome, FAO, 1970. (FAO Nutritional Studies No. 24).

22. Giral, F. La nutrición y los alimentos en el encuentro de dos mundos. **Cuadernos de Nutrición**, 5: 3-17, 1982.
23. Jaffé, W.G. Limiting essential amino acids of some legume seeds. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, 71:398-399, 1949.
24. Hernández, M., G. Herrador & A. Sotelo. Nutritive value of two different beans (*Phaseolus vulgaris*) supplemented with methionine. **J. Agr. Food Chem.**, 27: 965-968, 1979.
25. Rama Rap, M.V., M.R. Tara & Chandra Kutty Krishnan. Colorimetric estimation of triptophan content of pulses. **J. Food Sci. Tech.**, 11:213-216, 1974.
26. Monti, L.M. & S. Grillo. Legume seeds improvement for protein content and quality. **Qual. Plant. Plant Food Hum. Nutr.**, 32:253-266, 1983.
27. Chetterjee, S.R. & Y.P. Abrol. Amino acid composition of new varieties of cereals and pulses. Nutritional potential of cereal-pulse combinations. **J. Food Sci. Tech.**, 12:221-227, 1975.
28. Pennacchiotti, M. & H. Schmidt-Hebbel. Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 18:233-244, 1968.
29. Sotelo, A., M. Hernández & S. Frenk. Evaluación biológica en ratas y en humanos, de un producto lácteo sin lactosa y de una fórmula proteínica de soya para uso en la desnutrición proteínico-energética. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 34:333-342, 1984.
30. Bates, R.P., F.W. Knapp & P.E. Araujo. Protein quality of green mature, dry mature and sprouted soybeans. **J. Food Sci.**, 42:271-272, 1977.

ELABORACION Y EVALUACION DE PORCIONES DE PESCADO A PARTIR DE ESPECIES INTEGRANTES DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARON¹

Johnny Acosta² y Rafael Antonio Bello³

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Facultad de Ciencias
Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se elaboraron porciones de pescado a partir de la mezcla de la pulpa de pescados provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón. Se hicieron ensayos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales para evaluar y determinar las condiciones óptimas de formulaciones y procesamiento. Según se comprobó, diversos esquemas tecnológicos son factibles de aplicar a este tipo de producto. La evaluación de su estabilidad, ya congelado, fue determinada durante un período de cuatro meses mediante ensayos microbiológicos y fisicoquímicos, cuyos resultados comprobaron la estabilidad de estos productos durante el período estudiado. Los hallazgos de este estudio, por lo tanto, sugieren la potencialidad de la fauna de acompañamiento del camarón para la elaboración de porciones de pescado de gran aceptabilidad, siguiendo un esquema de procesamiento sencillo, para aprovechar un recurso pesquero que en la actualidad no se utiliza del todo.

INTRODUCCION

Anualmente se pierden millones de toneladas de pescado, producto de las operaciones de captura del camarón (1). Ello se debe a que al realizar una pesca de arrastre, llevan consigo no solamente camarón

Manuscrito modificado recibido: 17-6-87.

- 1 Este trabajo fue financiado por el Proyecto CONICIT S1-1308.
- 2 Miembro del Grupo de Investigación de Tecnología de Productos del Mar, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- 3 Coordinador Académico y Jefe de Investigación de Tecnología de Productos del Mar, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097 - Caracas 1041-A, Venezuela.

sino también una gran cantidad de peces que suele ser 10 veces la cantidad de camarón (2). Parte de esos peces, ya muertos, son nuevamente devueltos al mar sin ningún tipo de provecho, al punto que entre los pescadores se conocen como "basura" o "broza". Esta fauna de acompañamiento del camarón es muy heterogénea en especies, y su composición depende, entre otros factores, de una serie de variables como la región de captura, profundidad de pesca, estación del año y hora del día (3). El primer inconveniente que presenta su explotación lo constituye el hecho que en su mayor parte está conformado por especies de pequeño tamaño que carecen de importancia comercial. Sin embargo, la aplicación de tecnologías como el deshuesado mecánico permite recuperar la porción comestible de estas especies (4).

La carne deshuesada de pescado es una excelente materia prima que tratada y procesada adecuadamente, es muy útil en la elaboración de nuevos productos. Uno de los principales inconvenientes que presenta el uso de la carne deshuesada de pescado es la pérdida de integridad del tejido muscular debido al proceso de deshuesado mecánico (5). No obstante, con el uso de ciertos agentes enlazantes como almidones y harinas, se logra recuperar la integridad cohesiva de la carne deshuesada (6), lo que, a su vez, permite la elaboración de nuevos productos.

La vida urbana requiere de productos de rápida y fácil preparación, que además de ser de una alta calidad nutricional y sensorial, sean económicos y se conserven por períodos de tiempo adecuados. Bajo estas condiciones la carne deshuesada de pescado es una excelente materia prima que con una tecnología apropiada, puede satisfacer todas estas prerrogativas.

La finalidad del presente trabajo, por consiguiente, ha sido desarrollar un producto empanizado y congelado, utilizando como materia prima la porción comestible de la mezcla de especies de pescado como los provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón. Un segundo propósito fue evaluar su estabilidad y calidad mediante análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales.

MATERIAL Y METODOS

Material

La materia prima utilizada para el desarrollo del presente trabajo, estaba formada por tres lotes diferentes de una mezcla de especies de pescado constituyentes de la fauna de acompañamiento del camarón, que no son aprovechadas comercialmente y que constituyen material de descarte o "broza". Para su preservación durante el transporte, los pescados fueron refrigerados con hielo y colocados en envases destinados a esa finalidad, a manera de facilitar su manipulación y conservación. Los pasos seguidos para recuperar la porción comestible de estas especies fueron los siguientes: selección y clasificación, eliminación de cabezas y vísceras y lavado y deshuesado mecánico, en una deshuesadora "Paoli".

Para la elaboración de los productos o porciones de 10.0 x 1.8 x 1.0

cm de tamaño, se utilizaron niveles de almidón comprendidos entre 6-10⁰/o, harina de trigo de 5-10⁰/o, pan rayado, 4-7⁰/o, cloruro de sodio, 1⁰/o, aceite vegetal, 2⁰/o, y especias, 0.6⁰/o. Se utilizaron, asimismo, cinco procesos cuyas características principales eran: 1) empanizado, congelado; 2) congelado, empanizado, congelado; 3) congelado empanizado, precocido y congelado; 4) empanizado, precocido y congelado, y 5) congelado.

Métodos

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína cruda y grasa cruda según los métodos de la AOAC (7), y los carbohidratos fueron establecidos por diferencia. El nitrógeno volátil total (NVT) y la trimetilamina (TMA) se determinaron por microdifusión (8). La oxidación de grasas o rancidez se estableció por el método de ácido tiobarbitúrico (TBA) (9, 10), el Ph usando un pHmetro Corning, mezclando homogéneamente la muestra con agua destilada, en una relación 1:2. Para determinar la capacidad de retención de agua se utilizaron 20 g de muestra, centrifugados a 1,800 rpm por 30 minutos, a una temperatura de 2⁰C, utilizando una centrífuga refrigerada.

El recuento de mesófilos y psicrófilos totales se hizo aplicando el método de recuento total en placa, recomendado por la ICMSF (11), y modificado por la incorporación de cloruro de sodio al medio, a un nivel de 0.5⁰/o, incubado a 5⁰C por 10 días para psicrófilos.

Se realizó una evaluación sensorial, para lo cual se utilizó un pánel no entrenado formado por 38 panelistas, quienes calificaron según una escala hedónica del 1 al 7 (en la que 1 significa me disgusta mucho, y 7 me gusta mucho).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestra una lista de las especies que conforman la fauna de acompañamiento del camarón provenientes de los tres lotes de pescado capturados en épocas diferentes, en la que se observa la diversidad de especies presentes. Aun cuando se expone un gran número de especies, sólo de siete a nueve del total de ellas conforman aproximadamente el 80⁰/o del volumen total de la captura en cada lote, quedando el resto de ellas en muy pequeño porcentaje. Ello confirma la gran diversidad de especies capturadas por la pesca de arrastre en aguas tropicales. Investigadores locales (3), han confirmado la variabilidad en el número de especies y en la predominancia de algunas pocas en la totalidad de la captura de la fauna.

La presencia de determinado número de especies depende de diversos factores, tales como: área de pesca, profundidad de captura, hora del día, época del año, tipo y características de las embarcaciones y otros factores (12).

En cuanto al peso y talla promedio, la misma Tabla 1 cita los promedios respectivos. Las tallas abarcaron una longitud de 8.3 cm para la Cherna pintada, hasta 82.0 cm para la Cachua; los valores de longitud media y desviación estándar reflejan la gran variabilidad en

TABLA 1

TALLA Y PESO PROMEDIO DE LAS ESPECIES QUE FORMAN PARTE
DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARON

Nombre científico	Nombre común	Talla promedio (cm)	Peso promedio (g.)
<i>Albula nemptera</i>	Ratón	32.3	825.0
<i>Bothidae</i> (Familia)	Lenguados	14.7	83.1
<i>Cathorops spixii</i>	Bagre cuinche	20.0	51.4
<i>Choloroscombrus chrysurus</i>	Chicharra	17.8	58.3
<i>Congrina flava</i>	Congrio	35.9	25.4
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	Petota	14.6	63.9
<i>Dactylopterus volitans</i>	Alón	33.4	329.8
<i>Diapterus rhombeus</i>	Caitipas	17.5	60.4
<i>Diplectrum radiale</i>	Bolo	25.0	86.4
<i>Diplobatis guamachensis</i>	Raya	32.3	47.8
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Mojarrita plateada	15.2	40.1
<i>Epinephelus mireatus</i>	Cherna pintada	8.3	11.2
<i>Gymnothorax nigromarginatus</i>	Morena	49.7	313.3
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Corocoro	15.5	43.8
<i>Haemulon steindachneri</i>	Ronco chere chere	16.4	55.1
<i>Lactophrys tricornis</i>	Torito	18.3	27.0
<i>Lepophidium profundorum</i>	Perlita	21.8	56.5
<i>Logocephalus laevigatus</i>	Tamboril	26.1	72.8
<i>Lutjanus mohogoni</i>	Pargo rojo	17.0	63.0
<i>Lutjanus synagris</i>	Pargo biajaiba	25.2	151.2
<i>Monacanthus ciliatus</i>	Cachua	82.0	56.8
<i>Ogcocephalus radiatus</i>	Murciélago	20.2	42.8
<i>Opisthonema oglinum</i>	Machuelo	19.1	56.7
<i>Pecapterus punctuatus</i>	Chuparaco	17.1	33.3
<i>Porichthys porosissimus</i>	Sapo	17.6	59.9
<i>Priacanthus arenatus</i>	Catalusia	16.8	53.8
<i>Prionotus sp.</i>	Gallina de mar	20.9	138.5
<i>Rhinobatus horkelii</i>	Chola	58.6	520.9
<i>Scorpaena brasiliensis</i>	Sapo chaznete rojo	28.6	94.5
<i>Selar crumenophthalmus</i>	Chicharro ojón	33.1	47.7
<i>Serranus dawegeri</i>	Guaseta vieja	14.5	17.9
<i>Sphyaena picudilla</i>	Picúa	15.6	43.8
<i>Synodus foetens</i>	Guaripete	20.1	30.2
<i>Synodus poeji</i>	Guaripete	28.9	42.8
<i>Upeneus parvus</i>	Salmonete	29.3	94.2
		\bar{x} = 25.12	\bar{x} = 108.6
		DE = 14.23	DE = 160.9

\bar{x} = Promedio.

DE = Desviación estándar.

cuanto a tamaño en las especies. Respecto al peso promedio, se encuentra gran heterogeneidad, lo que se determina en el alto valor de desviación estándar de 106.91. Una fuente de esta alta variabilidad estriba en que algunas especies como el Guaripete son sumamente voraces, encontrándose en sus bolsas estomacales pescados enteros que aumentan el peso de su depredador; también se aprecia que dentro de una misma especie hay gran variabilidad en el peso de cada ejemplar. Si la talla y el peso promedio de las especies encontradas en este estudio se compara con las medidas dadas para la fauna de acompañamiento del camarón de otras regiones como el Golfo de California y el Golfo de México (2, 12, 13), que presentan longitudes de 11 a 15 cm y un peso comprendido entre 54 y 60 g, vemos que las especies que componen dicha fauna, que se recoge en las costas venezolanas, son de mayor tamaño que las especies de estas regiones, lo que implica un mayor potencial de explotación. Una vez obtenida la porción comestible o pulpa de pescado, a partir de la mezcla de las diversas especies, se observó la falta de cohesividad entre las partículas del músculo de pescado. Por este motivo se realizaron ensayos preliminares con miras a determinar la necesidad de utilizar agentes adhesivos y mejoradores de la textura y sabor del producto mediante la utilización de harinas y almidones, para mejorar la cohesividad de las partículas de la pulpa de pescado en la obtención de porciones o "dedos". Siguiéndose con pruebas de moldeabilidad y firmeza del producto, se determinó que en la utilización de aproximadamente 10 a 12% de harinas y almidones, éstos inducían características texturales adecuadas para ese tipo de producto, mejorando tanto la firmeza como la cohesividad y moldeabilidad del producto.

Adicionalmente se incluyó 2% de aceite vegetal con el fin de dar suavidad al producto, y 1% de NaCl y 0.6% de una mezcla de especias para mejorar el sabor del mismo.

Otro aspecto importante en la formulación del producto es el empanizado, el cual forma la cubierta externa del mismo. Se sometió a ensayo una serie de empanizados según criterios como: a) el producto mantiene su forma y su superficie es homogénea y pareja después de freír; b) si una vez frito, el empanizado se separa de la matriz interna del producto. Los resultados revelaron que un empanizado doble con pan molido, unido con una suspensión de almidón de maíz:agua (80 g/100 ml), es del todo adecuada para empanizar el producto.

Habiéndose determinado tanto la composición de la matriz interna como de la cubierta de empanizado, se elaboraron seis formulaciones diferentes (Tabla 2), variándose la composición de los agentes enlazantes, y sometiéndose a una prueba de preferencia sensorial. Los resultados de esta evaluación indicaron que no existe diferencia significativa entre las formulaciones 2, 3, 5 y 6, las cuales acusan mayor diferencia preferencial ($P < 0.01$) que las formulaciones 1 y 4; por ello, varias combinaciones son adecuadas para este producto. La evaluación anterior se complementó con una encuesta, escogiéndose para el caso, la formulación No. 6. Según los hallazgos, tuvo un 95% de aceptabilidad, lo que prueba la potencialidad de este producto.

En la Figura 1 se resumen cinco posibles esquemas tecnológicos que se siguieron para la elaboración de las porciones de pescado, las cuales proponen el moldeado en fresco. Los esquemas de procesamiento

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS FORMULAS SOMETIDAS
A LA EVALUACION SENSORIAL DE PREFERENCIA

Ingredientes (°/o)	Codificación de las formulaciones					
	1	2	3	4	5	6
Pan rayado	—	4.0	—	7.0	—	4.0
Almidón de maíz	10.0	5.0	—	9.0	7.0	—
Harina de trigo	—	—	10.0	6.0	8.0	5.0
Cloruro de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Aceite vegetal	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Espicias	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Carne deshuesada	86.4	87.4	86.4	74.4	81.4	87.4

se diferencian en la ubicación de las diferentes etapas de: precongelado (-2°C), precocción (120°C , 1 min) y presencia de empanizado. Todos los productos fueron almacenados a temperaturas de -25°C .

La determinación de cuál o cuáles de estos esquemas tecnológicos eran los más favorables o adecuados, se hizo mediante una evaluación fisicoquímica y microbiológica de los productos elaborados mediante cada uno de estos procesamientos.

La composición proximal promedio en los tres lotes de la mezcla de carne deshuesada de las diversas especies de pescado que integran la fauna de acompañamiento del camarón se aprecia en la Tabla 3. Según los datos, entre los valores esperados para pescado (14), el valor de $1.26^{\circ}/\text{o}$ de grasa cruda indica que la mayoría de las especies utilizadas eran magras. Igualmente, en la misma Tabla 3 se observan los valores de pH, nitrógeno volátil total y trimetilamina, los que indican un grado de frescura adecuado (15-17). Según otros investigadores (18), el bajo valor de D.O. de malonaldehído registrado para el ensayo del TBA, señala un reducido nivel de rancidez. La cantidad de líquido exudado es relativamente alta comparada con la de otros informes (19), tal vez debido a las especies en cuestión. Según la ICMSF (20), la calidad microbiológica es adecuada para la carne deshuesada, ya que presentó valores de 10^4 UFC/g.

En la Tabla 4 se expone la composición proximal de los productos elaborados, valiéndose de las cinco opciones de procesamiento. En este caso se empleó la formulación 6, donde se observan variaciones dependientes del procesamiento seguido en cada caso. Entre los procesamientos 1 y 2, no hay mayor diferencia; esto es lógico ya que únicamente se diferencia en la variación en el orden del empanizado y congelado. Comparándolos con los procesamientos 3 y 4, se aprecia mayor diferencia en algunos componentes debido a que la precocción a 190°C por 1 min produce pérdida de agua y aumento de grasa por absorción de aceite; efecto similar han encontrado otros investigadores (21, 22). En la alternativa de procesamiento 5, se observa un mayor contenido de humedad y menor contenido de carbohidratos, debido a la falta de empanizado que

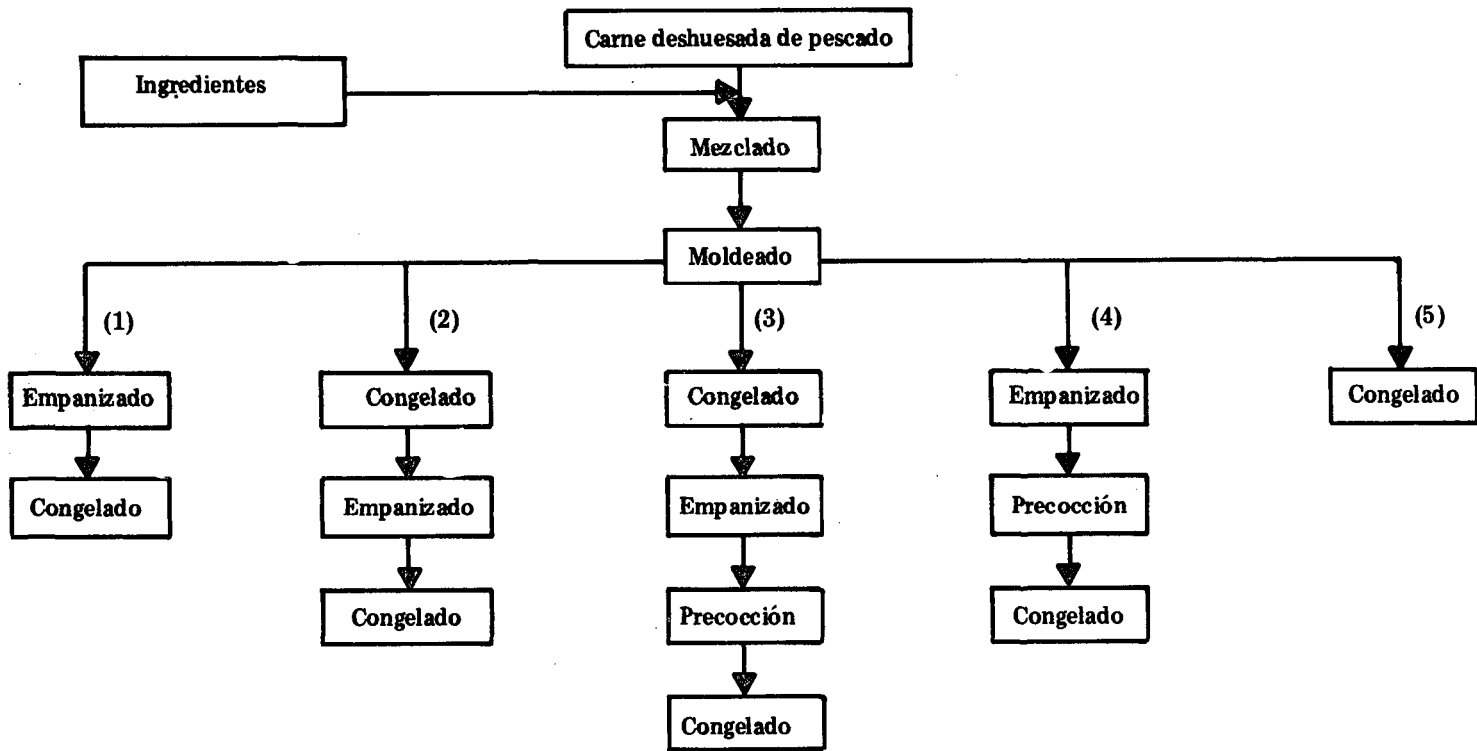


FIGURA 1

Esquema de posibles alternativas de procesamiento para la elaboración de porciones de pescado

TABLA 3

ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
DE LA CARNE DESHUESADA DE PESCADO,
UTILIZADA EN LA ELABORACION DE PORCIONES DE PESCADO

Humedad	78.82 ^o /o
Cenizas	1.29 ^o /o
Proteína cruda	18.29 ^o /o
Grasa cruda	1.26 ^o /o
pH	6.7
NBT	19.6 mg/100 g
TMA	9.8 mg N-TMA/100 g
Líquido exudado	30 ml/100 g
TBA = (D.O.)	0.2727
Contaje total de mesófilos	1.5 x 10 ⁴ U.F.C./g
Contaje total de psicrófilos	4.0 x 10 ⁴ U.F.C./g

U.F.C. = Unidades formadoras de colonias.

NVT = Nitrógeno volátil total.

TMA = Trimetilamina.

TBA = Test del ácido tiobarbitúrico.

D.O. = Densidad óptica.

TABLA 4

ANALISIS PROXIMAL DE LAS PORCIONES DE PESCADO
ELABORADAS SEGUN CINCO ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO

	Alternativas de procesamiento*				
	1	2	3	4	5
Humedad (°/o)	63.87	63.63	57.82	57.35	74.33
Cenizas (°/o)	1.91	1.97	1.72	2.51	1.64
Proteína cruda (°/o)	12.67	13.98	16.40	17.00	12.61
Grasa cruda (°/o)	1.99	2.55	9.57	9.96	2.40
Carbohidratos	19.56	17.87	14.49	13.18	9.02

* Ver Figura 1.

contribuye al 28^o/o del peso del producto. La composición de todos estos productos elaborados por medio de cinco alternativas de procesamiento, es parecido a productos similares (21, 23).

Los productos elaborados se almacenaron en congelación y fueron evaluados mensualmente. Los resultados del NVT — según lo ilustra la Figura 2— indican una estabilidad adecuada de estos productos. Es

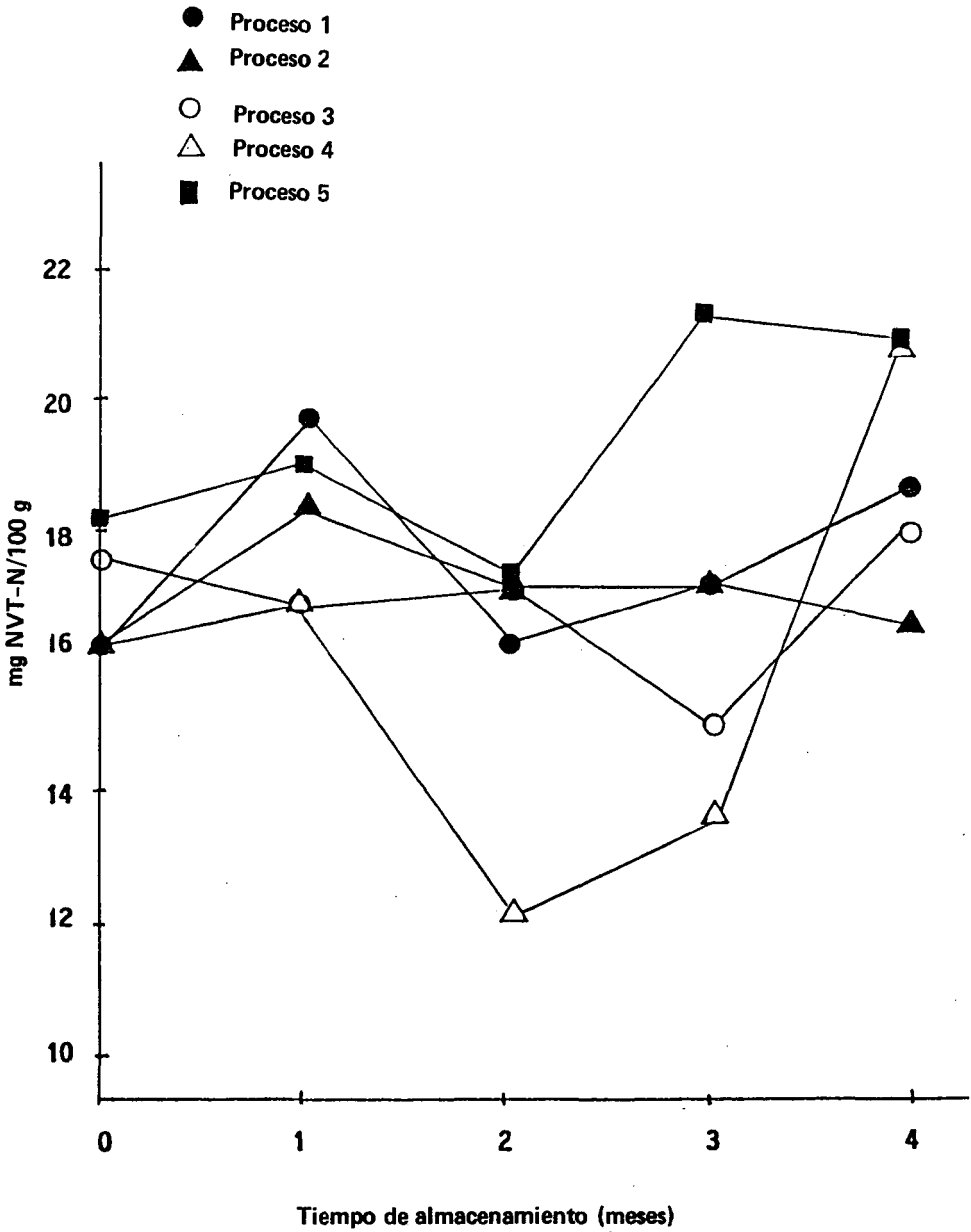


FIGURA 2

Contenido de nitrógeno volátil total (NVT) en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación

significativo el hecho de que durante el almacenamiento los productos elaborados por los esquemas 3 y 4 arrojaron los menores contenidos de nitrógeno volátil total, debido a que el tratamiento térmico (190°C, 1 min) provoca inactivación y disminución del contenido de microorganismos productores de estas bases volátiles por descomposición de sustratos como óxido de trimetilamina y otros componentes nitrogenados. En general, la temperatura de -25°C es efectiva para mantener bajos los NVT durante todo el período de almacenamiento estudiado.

Según se destaca en la Figura 3, durante el almacenamiento en congelación se encontraron bajos niveles de trimetilamina, no sobrepasando los 7 mg N-TMA/100 g. Esto coincide con autores que indican que por debajo de 0°C la producción de TMA es baja (24), ya que los sistemas enzimáticos capaces de reducir el óxido de trimetilamina, no operan a temperaturas tan bajas como -25°C.

Los valores de D.O. que sirven como una medida directa del contenido de malonaldehído se observan en la Figura 4. Los procesamientos 1, 2, 3 y 4 presentaron valores de D.O. menores de 0.51, que según diversos autores se puede considerar de baja rancidez. Estudiando comparativamente con el esquema de procesamiento 5, que no lleva empanizado, apreciamos un "efecto protector" del empanizado que evita el contacto con el oxígeno atmosférico, impidiendo así el desarrollo de rancidez. Investigadores japoneses (5) presentaron evidencias que el oxígeno atmosférico acelera el desarrollo de rancidez oxidativa; de aquí los mayores valores de D.O. registrados en los productos elaborados por la alternativa de procesamiento 5.

En la Figura 5 se registra la cantidad de líquido exudado de los productos elaborados según las cinco opciones de procesamiento. La menor cantidad de líquido exudado de los procesos 3 y 4, se explica, ya que la cocción a que fueron sometidos produce una desnaturalización y coagulación de las proteínas, lo que hace que las moléculas de agua queden atrapadas en la nueva estructura, aumentando así la capacidad de retención de agua. En cambio, en los procesamientos 1 y 2, hay un mayor contenido de agua incorporado en el proceso de empanizado como agua no enlazada, que origina una mayor pérdida de líquido durante la descongelación. Tomando los mayores valores de líquido exudado y comparándolos con los resultados de otros autores (19), los valores registrados en este estudio son menores. De esta manera la congelación a -25°C durante cuatro meses no afecta negativamente la capacidad de retención de agua.

Los contenidos de microorganismos mesófilos de las porciones de pescado elaboradas por cada uno de los esquemas de procesamiento se exponen en la Figura 6. Como se indica, para todas las opciones de procesamiento el contenido de microorganismos se mantuvo constante a lo largo del período de almacenamiento, aun cuando acusó un leve incremento.

Se ha planteado (25) que a bajas temperaturas como -30°C, la tasa de mortalidad de microorganismos disminuye si se compara con temperaturas más altas, por lo que para detectar una disminución en el contenido de microorganismos a -25°C, habría que evaluar por un período mayor de tiempo. Comparativamente, los esquemas 3 y 4 arrojaron los

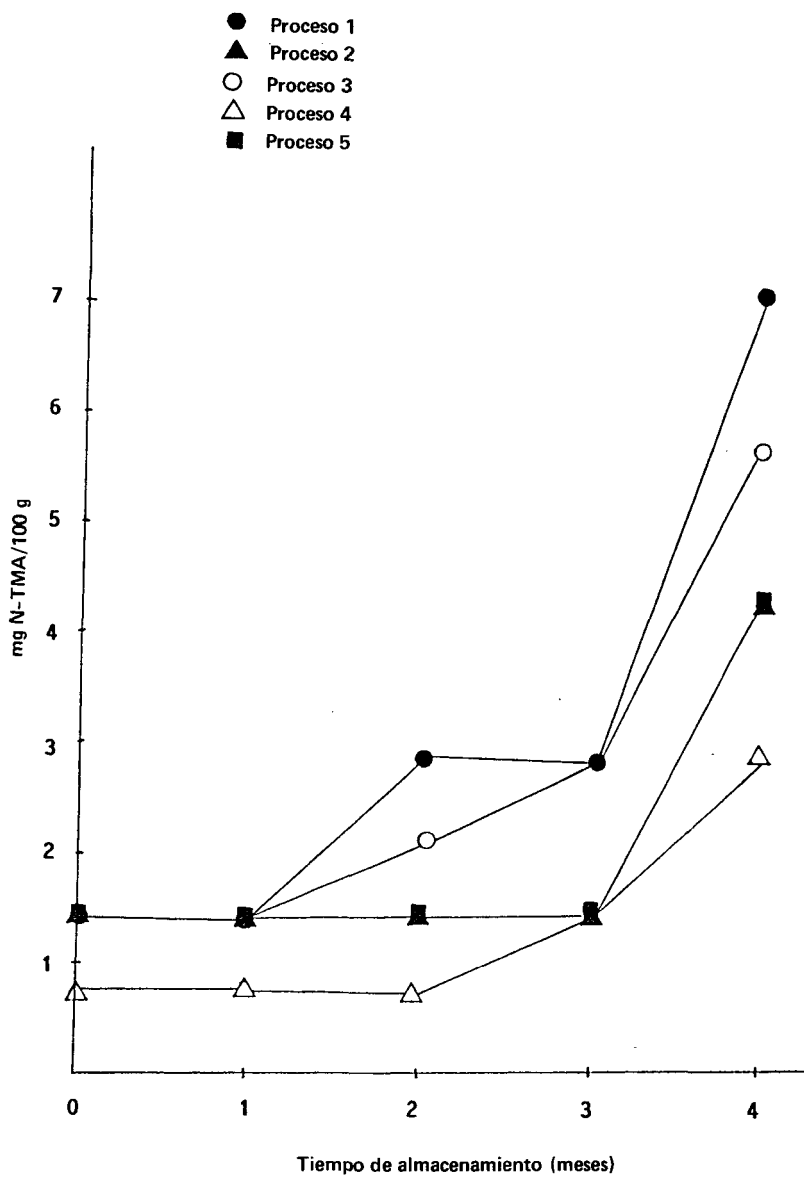


FIGURA 3

Contenido de trimetilamina (TMA) en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación.

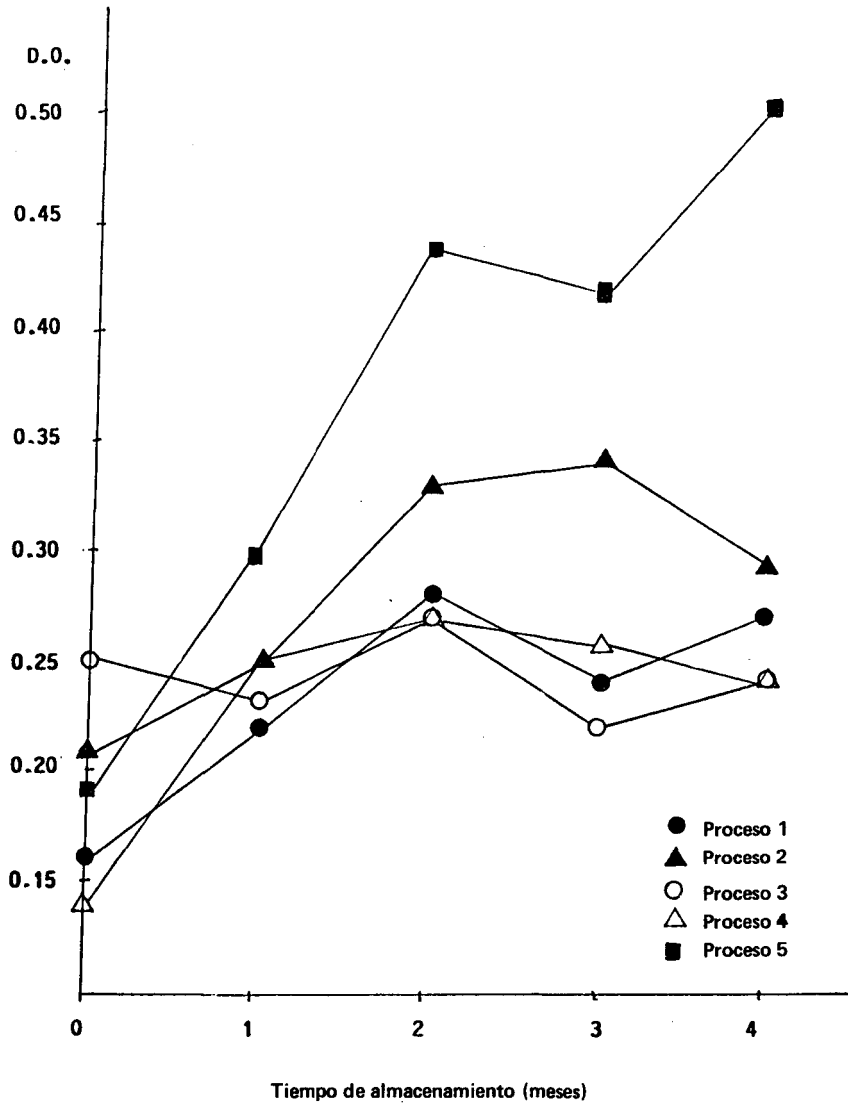


FIGURA 4

Desarrollo de rancidez oxidativa (D.O.) en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación

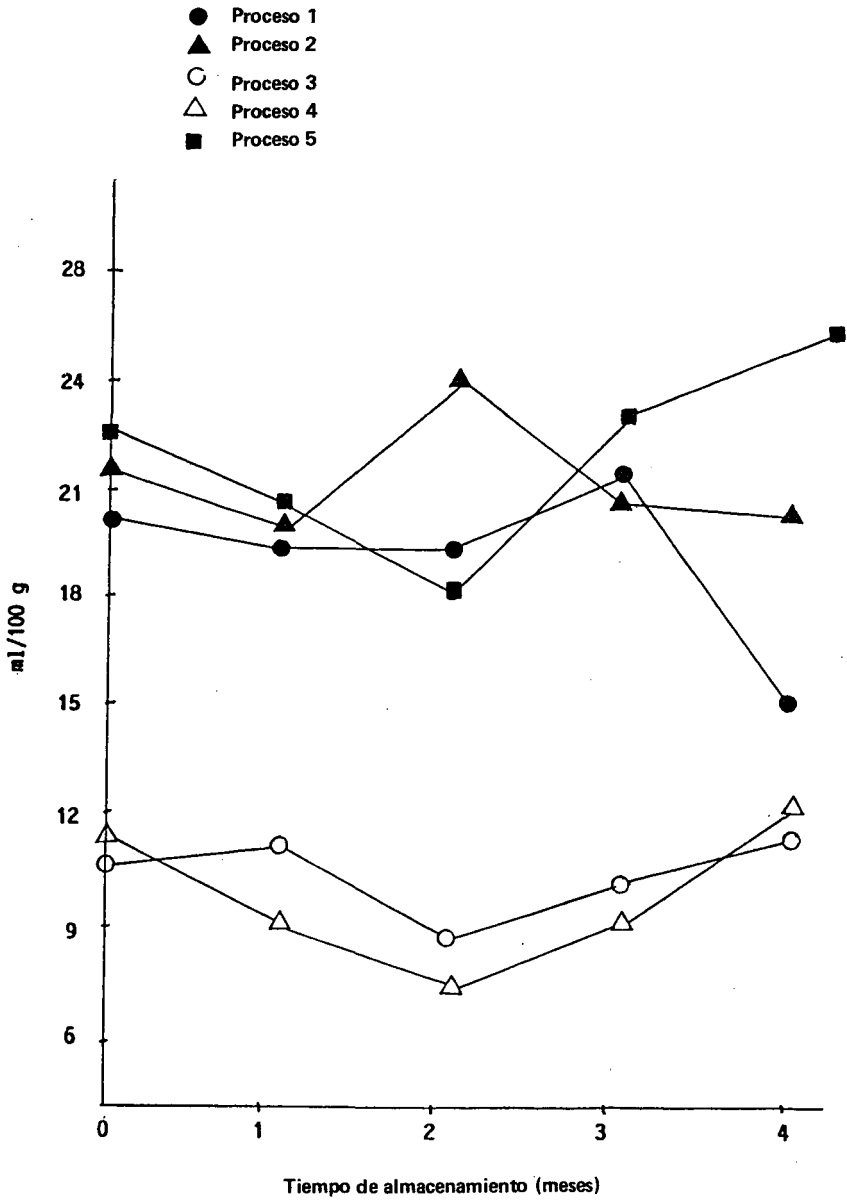


FIGURA 5

Cantidad de líquido exudado en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación

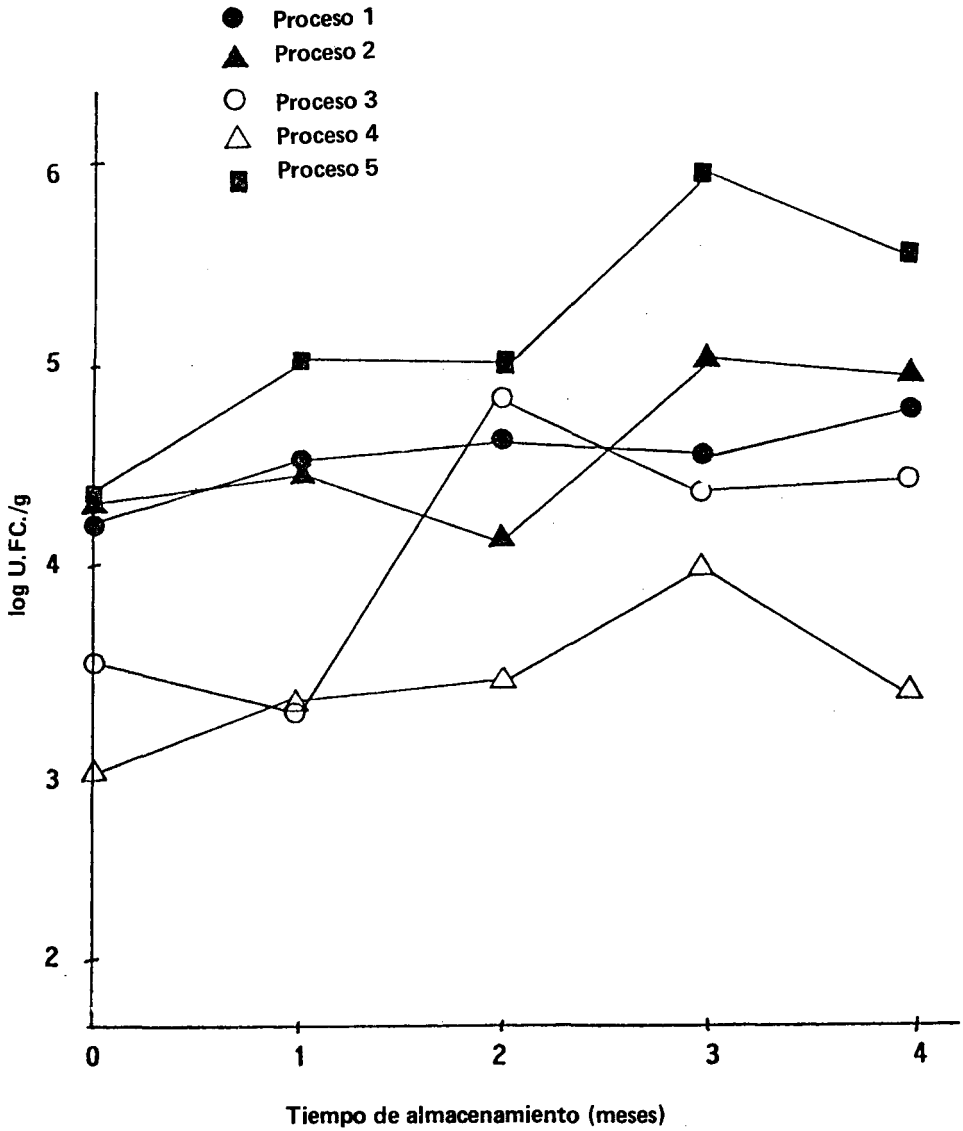


FIGURA 6

Recuento total de microorganismos mesófilos en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación

menores contenidos de microorganismos mesófilos, debido a la destrucción térmica que conllevan estos procesos.

En cuanto al contenido de microorganismos psicrófilos, en la Figura 7 se observa cierta tendencia a la disminución durante todo el período de almacenamiento. Los procesamientos 3 y 4 registraron el menor contenido de psicrófilos. La incorporación de ingredientes como empanizado, especias y productos cereales, aumenta el riesgo de contaminación (26). Sin embargo, teniendo en cuenta los estándares microbiológicos de la ICMSF (20), para productos de pescado empanizado, los productos elaborados por todos estos procesamientos presentaron una calidad microbiológica adecuada durante el período de almacenamiento estudiado.

CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos citados, por lo tanto, se llegó a las conclusiones siguientes:

- En cada grupo o lote de fauna de acompañamiento del camarón recolectado, se encuentra una mayor abundancia de especies diferentes.
- Hay por lo menos cinco posibles alternativas de procesamiento que se pueden seguir para la elaboración de estos productos.
- Los niveles de NVT, TMA, cambios en el pH y contenido de microorganismos tanto mesófilos como psicrófilos, registrados durante el almacenamiento en congelación, indican que no se han producido cambios deteriorativos apreciables en estos productos.
- El empanizado que recubre este tipo de producto, evita el desarrollo de rancidez oxidativa durante el almacenamiento en congelación.
- Durante el almacenamiento en congelación, no se detectaron en las porciones de pescado aumentos apreciables en la calidad de líquido exudado. Ello indica que no hubo daño en la capacidad de retención de las proteínas de la carne deshuesada de pescado con la que se elaboraron dichos productos.
- Se considera que una temperatura de congelación de -25°C es adecuada para mantener la estabilidad de estos productos durante el período comprendido en este estudio.

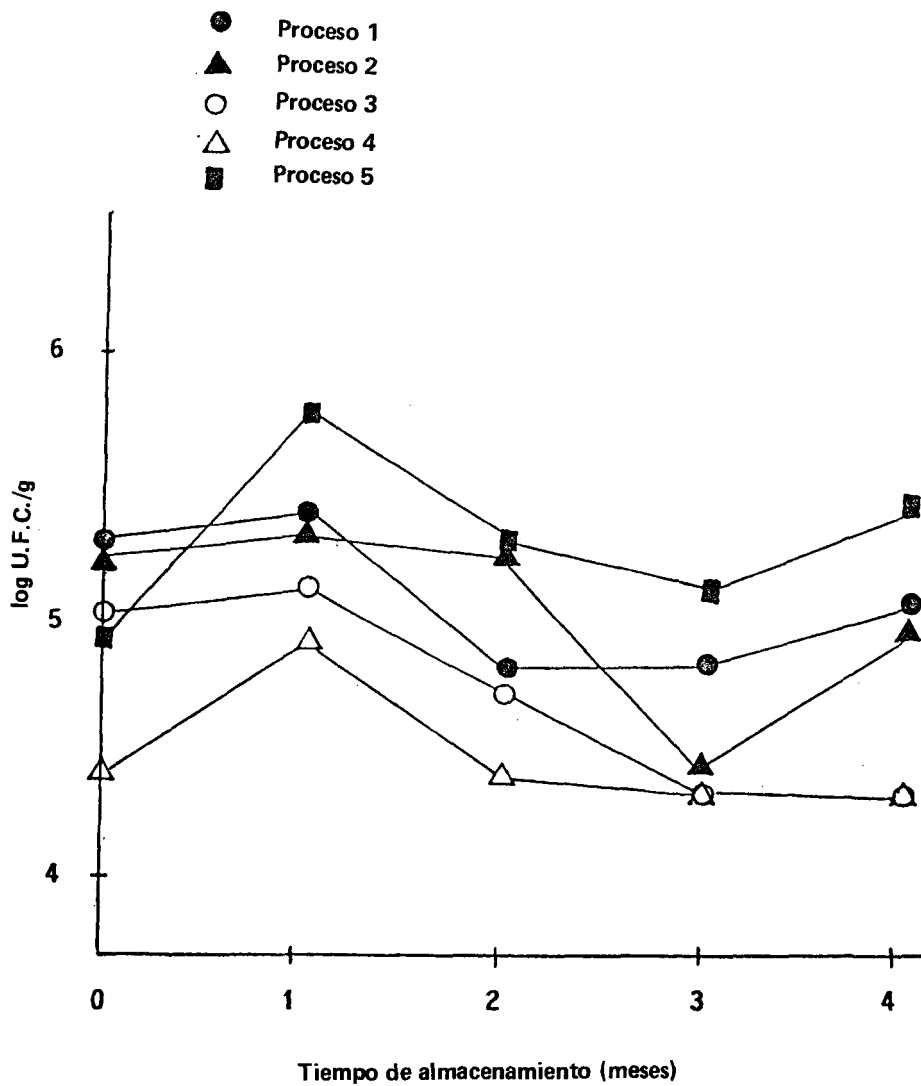


FIGURA 7

Recuento total de microorganismos psicrófilos en porciones de pescado elaboradas según varias alternativas de procesamiento, durante su almacenamiento en congelación

SUMMARY

PREPARATION AND EVALUATION OF SHRIMP BY-CATCH FISH PORTIONS

Fish portions were obtained from a mixture of fish flesh from shrimp by-catch. Physical, chemical, microbiological and sensory tests were done to evaluate quality of raw materials, formulations and processing conditions. Several technological procedures proved to be feasible for this product. Stability of frozen products for four months was determined by physical, chemical and microbiological tests, the results of which indicated its stability during the study period.

Findings of our study, therefore, suggest the potential of shrimp by-catch for the preparation of fish portions in view of its high acceptability and simple processing technique, by using marine resources not fully utilized at present.

BIBLIOGRAFIA

1. Meinke, W.W. The potential of the by-catch from shrimp trawlers. In: *Fisheries Products*. R.L. Kreuzer, (Ed.). Rome, FAO, London, Fishing News (Book) LTD. 1974, p. 233-237.
2. Young, R.H. *Strategy for Shrimp By-Catch Utilization*. Rome, FAO, Fish Utilization and Marketing Service Fishery Industries Division, March, 1982.
3. Penchaszadeh, E., J.J. Salaya, R. Guzmán & R. Molinet. *Estructura de la Pesquería de Arrastre en el Golfo Triste*. Región Centro-Occidental de Venezuela Con Especial Referencia al Material de Descarte o Broza. Caracas, Instituto de Tecnología y Ciencias Marinas (INTECMAR). Universidad Simón Bolívar, 1984.
4. Finne, G., R. Nickelson II, A. Quimby & N. Connally. Minced fish flesh from nontraditional Gulf of Mexico finfish species. Yield and composition. *J. Food Sci.*, 45: 1327, 1980.
5. Nakayama, T & M. Yamamoto. Physical, chemical and sensory evaluations of frozen-stored deboned (minced) fish flesh. *J. Food Sci.*, 42(2): 900, 1977.
6. Quezada, O. & R.A. Bello. Factibilidad de empleo de diferentes agentes adhesivos para el desarrollo de productos a base de carne deshuesada de pescado. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 34(1): 169-188, 1984.
7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington, D.C., The Association, 1980.
8. Conway, E.J. & A. Boyne. An absorption apparatus for micro-determination of certain volatile substances. I. The micro-determination of ammonium. *Biochemistry Journal*, 27: 419, 1933.
9. Tarladgis, B., B. Watts & M. Younathan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 37: 44, 1960.
10. Ki Soon, R. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat. *J. Food Sci.*, 43(6): 1776, 1978.
11. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Microorganisms in Foods I Their Significance and Methods of Enumeration*. 2nd. ed., Toronto, University of Toronto Press, 1978.
12. Grande, J.M. & M.L. Díaz. *Situación Actual y Perspectivas de Utilización de la Fauna de Acompañamiento del Camarón en México*. Departamento de Pesca.

- México, D.F. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. Subdirección de Investigaciones Tecnológicas, 1981.
13. Young, R.H. & J.M. Romero. Variability in the yield and composition of by-catch recovered from Gulf of California shrimping vessels. *Tropical Science*. (Citado por Young, R.). Shrimp by-catch utilization in Mexico: Potential and problems. 1er. Simposium Internacional de Educación y Organización Pesqueras, 1979.
 14. Instituto Nacional de Nutrición. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico**. Caracas, Venezuela, 1983 (Publicación No. 42).
 15. Stansby, M.E. Analytical Methods. In: **Industrial Fishery Technology**. M.E. Stansby, (Ed.), 1976, p. 370. Citado por Finne *et al.* Minced fish flesh from nontraditional Gulf of Mexico fin-fish species. Yield and composition. *J. Food Sci.*, 45: 1327, 1980.
 16. Castell, C.H., B. Smith & W. Neal. Production of dimethylamine in muscle of several species of gadoid fish during frozen storage. Especially in relation to presence of dark muscle. *J. Fish Res. Ed. Can.*, 28(1): 1, 1971.
 17. Babbitt, J.R., D.L. Crawford & D.K. Law. Quality and utilization of minced deboned fish muscle. In: **Second Technical Seminar on Mechanical Recovery and Utilization of Fish Flesh**. R.E. Martin, (Ed.). Boston Massachusetts, 1974; p. 32-43.
 18. Lee, C.M. & T. Toledo. Degradation of fish muscle during mechanical deboning and storage with emphasis on lipid oxidation. *J. Food Sci.*, 42: 1646, 1977.
 19. Tableros, M.A. & R.H. Young. Behaviour of the mechanically separated flesh of some common fish species of the Mexican shrimp by-catch during storage at -20°C. *J. Food Technol.* 16: 199, 1981.
 20. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods**. Vol. 2. Toronto, University of Toronto Press, 1974.
 21. Miranda, L. Elaboración de nuevos productos a base de pulpa de pescado. En: **II Jornadas Ecuatorianas de Ciencia y Tecnología de Alimentos**. Quito, Escuela de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, 1983.
 22. Gall, K.L., W.S. Otwell, J.A. Koburger & H. Appledorf. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *J. Food Sci.*, 48: 1068, 1983.
 23. Productos Pesqueros Mexicanos, S.A. Pepepez, un nuevo producto congelado de pulpa de pescado, sin espinas, empanizado y congelado. Presentado en: **IV Reunión Ordinaria del Comité Técnico del Proyecto (4). Aprovechamiento Económico de la Fauna de Acompañamiento del Camarón**. Comité de Acción del Proyecto del Mar y Agua Dulce. Sistema Económico Latinoamericano (SELA). Caracas 21-23 de enero de 1981.
 24. Herbard, C.E., C.J. Flick & R.E. Martin. Occurrence and significance of trimethylamine oxide and biochemistry of marine food products. R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Herbard & D.R. Ward (Eds.). New York, N.Y., The AVI Pub. Co., Inc., 1982, p. 149-304.
 25. Noskawa, C.L. **Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frío**. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1982.
 26. Liston, J. & J.R. Matches. Fish, crustaceans and precooked seafoods. In: **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. M.L. Speack, (Ed.). Washington, D.C. American Public Health Association, 1976, p. 507-521.

EFFECTOS DE ALGUNAS VARIABLES DE EXTRUSION SOBRE LA HARINA DE MAIZ

*Rolando José González,¹ Dardo Mario De Greef,²
Roberto Luis Torres,² y Norma Alicia Gordo²*

Instituto de Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional del Litoral
Santa Fe, Argentina

RESUMEN

La extrusión de harinas y sémolas es una operación relativamente simple. Sin embargo, la interpretación del mecanismo de transporte y de las transformaciones que se llevan a cabo durante la operación, es muy compleja.

El análisis de los efectos producidos sobre las propiedades del material a través de aquellos métodos que mejor describan las transformaciones producidas, y la correlación de estos "indicadores" o respuestas con las variables del proceso, permiten interpretar mejor el fenómeno y seleccionar las condiciones de operación a tener presentes, para la obtención de determinadas características en el producto.

En el presente estudio se evaluó el efecto de la humedad del material, la temperatura de extrusión y la relación de compresión y velocidad de rotación del tornillo sobre las propiedades de la harina de maíz, por medio de las siguientes respuestas: caudal másico, consumo específico de energía mecánica, volumen específico, expansión, solubilidad en agua y respuesta amilográfica.

De conformidad con los resultados, la humedad es la variable más relevante en la modificación de las propiedades, mientras que la importancia relativa de la temperatura y la relación de compresión depende de la propiedad a que se refiera. Así, por ejemplo, para el consumo específico de energía mecánica la relación de compresión es más importante, mientras que para la expansión y el volumen específico, lo es la temperatura.

Por otra parte, la solubilidad parece ser la propiedad que mejor describe los cambios producidos en la muestra extrudida, mientras que el volumen específico y el consumo específico de energía mecánica, aún siendo menos eficientes, resultan también ser respuestas muy útiles.

Manuscrito modificado recibido: 24-7-87.

- 1 Profesor Adjunto del Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- 2 Jefe de Trabajos Prácticos del mismo Instituto.

INTRODUCCION

La extrusión termoplástica de harinas y sémolas constituye una operación relativamente simple, cuyas ventajas han sido destacadas por diferentes autores (1-4).

Sin embargo, la interpretación del mecanismo de transporte, así como de las transformaciones que se llevan a cabo en el material, es muy compleja (5-7). Esta complejidad es atribuida principalmente a la naturaleza de tales materiales y al número de variables que intervienen, tanto de diseño como de operación.

El análisis del efecto de estas variables sobre las propiedades físicas y químicas del material extrudido puede efectuarse según diferentes diseños experimentales; pero cuanto mayor sea el número de variables cuyos efectos conjuntos se desea investigar, mayor será la complejidad de la respuesta y menor la precisión (8). No obstante, es sabido que existe un alto grado de interrelación entre las variables; por ejemplo, humedad del material, temperatura del sistema, velocidad de rotación del tornillo y diseño del tornillo, del cilindro y de la boquilla (9-14).

Por otra parte, la caracterización del estado de una muestra extrudida puede efectuarse por diversos métodos (solubilidad en agua, respuesta amilográfica, susceptibilidad enzimática, absorción de agua, etc.). Sin embargo, el término "grado de cocción" se acepta generalmente como el grado de alteración y ruptura de la organización estructural del material original (gránulo de almidón) (11, 15-17).

En el presente trabajo se discutirán los efectos producidos en la harina de maíz cuando la humedad del material, la temperatura, la relación de compresión del tornillo y la velocidad de rotación (rpm) se varían.

MATERIAL Y METODOS

En todos los casos se utilizó un extrusor de laboratorio marca Brabender, Modelo 20 DN (relación longitud/diámetro = 20), equipado para la medición y registro de temperatura y momento torsor.

Como materia prima y a los efectos de disponer de un material de granulometría más homogénea se seleccionó la fracción comprendida entre 0.421 y 0.710 mm de una sémola proveniente de la molienda de maíz semidentado Cargill No. 2 con la siguiente composición:

- Humedad: 13^o/o
- Proteína (bs): 10.4^o/o (o/o N x 6.25)
- Almidón (bs): 84^o/o
- Materia grasa (bs): 0.62^o/o

Para cada experiencia, el caudal de entrada fue el máximo admisible por caída libre a través de la tolva de alimentación; de esta manera se aseguró el llenado completo de la zona de alimentación del tornillo.

En cada caso, las muestras se tomaron luego de alcanzar el estado estacionario, es decir, cuando el momento torsor, temperatura y el caudal de salida eran constantes. Los niveles elegidos para cada variable fueron:

- Humedad: 15% — 18% — 22% y 30%.
- Temperatura de extrusión: 150°C — 180°C y 210°C (estas temperaturas corresponden a la última zona del cilindro y a la boquilla, y fueron controladas por calefactores eléctricos).
- Relación de compresión del tornillo: 2:1 y 4:1.
- Velocidad de rotación del tornillo: 60, 120 y 180 rpm.
- Para la mayoría de los ensayos, el diámetro y longitud de la boquilla fueron: 4.25 mm y 20 mm, respectivamente, aunque también se utilizaron otras de diámetro 3 y 2 mm, ésta última de longitud 100 mm.

El efecto de las variables se analizó a través de las siguientes respuestas:

- *Caudal másico* (g_{ss}/min): Caudal de salida de producto expresado sobre la base de sólido seco.
- *Consumo específico de energía mecánica (CEEM)* — Se calculó de acuerdo a la fórmula:

$$CEEM = 2 \pi \times 9.81 \times 10^{-3} \frac{T.n}{Q_{ss}} = 0.0616 \frac{T.n}{Q_{ss}}$$

CEEM: Consumo específico de energía mecánica (joule/g)

T: Momento torsor en U.B. (g/min) (Unidades Brabender)

n: Velocidad del tornillo en rpm.

Q_{ss}: Caudal másico de salida en g. sólido seco/min.

- *Volumen específico* — Se determinó la velocidad lineal y el diámetro del material a la salida, y con el caudal másico se calculó el volumen específico del producto en cm³/gramo.
- *Expansión* — Es la relación entre el diámetro de salida y el diámetro de la boquilla.
Para determinar las otras propiedades de la harina, tales como solubilidad en agua y respuesta amilográfica, las muestras se secaron a 50°C con circulación de aire por el término de 48 hr y posteriormente fueron molidas en molino de rodos hasta que el 95 — 98% pasara por la malla No. 40 (0.421 mm).
- *Solubilidad en agua* — Se utilizó la técnica de Anderson *et al.* (18), excepto que la centrifugación se realizó en centrífuga Rolco AMC a 2,000 g.
- *Respuesta amilográfica* — Se utilizó el Amilógrafo de Brabender con el cabezal de 250 g-cm y la concentración de sólidos fue de 8.6% en todos los casos. Antes de iniciar el calentamiento se mantuvo la suspensión en agitación a máxima velocidad durante 5 min, para asegurar hidratación completa; luego la temperatura se elevó desde 30°C hasta 95°C. Se mantuvo a 95°C por 15 min, y se enfrió hasta 30°C. Tanto el calentamiento como el enfriamiento se efectuaron a razón de 1.5°C/min. La viscosidad se expresa en Unidades Amilográficas (U.A.).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las características de los productos obtenidos en diferentes condiciones de temperatura, humedad y relación de compresión, se aprecian en la ilustración fotográfica al respecto.

Lo primero que cabe destacar es la presencia de un producto atípico que se obtiene a humedades bajas (alrededor del 15^o/o) para el tornillo de relación de compresión 2:1, y para los tres niveles de temperaturas cuyas propiedades tienen valores que se acercan a los de la materia prima. Estas muestras se caracterizan por contener aún una buena proporción de partículas de harina sin tratar, indicativo de que el proceso de extrusión en esas condiciones no alteró en gran medida las propiedades de la materia prima, actuando el extrusor como un equipo de cocción deficiente.

Las propiedades de una de estas muestras comparadas con las de la materia prima y la correspondiente de alto grado de cocción (caso del tornillo de relación de compresión 4:1), se observan en la Figura 1.

Lo que sucede es que para este diseño de extrusor existen algunas combinaciones de los niveles de las variables tales como humedad, diámetro de boquilla y relación de compresión, que impiden una transformación adecuada del material sólido en un flujo viscoso de una masa continua antes de llegar a la boquilla. Aspectos relacionados con este fenómeno han sido comentados por Paton *et al.* (19) y por González *et al.* (20).

Relación: Caudal Másico — Consumo Específico de Energía Mecánica (CEEM)

La Figura 2 muestra la diferencia de comportamiento entre los dos tornillos utilizados vinculando un parámetro indicativo del transporte de material (caudal) con otro indicativo del grado de cocción (CEEM).

Según se aprecia, para igual CEEM, el tornillo de relación de compresión 2:1 es más eficiente como transportador de material, mientras que para caudales iguales, el tornillo de relación de compresión 4:1 es más eficiente como recipiente de cocción.

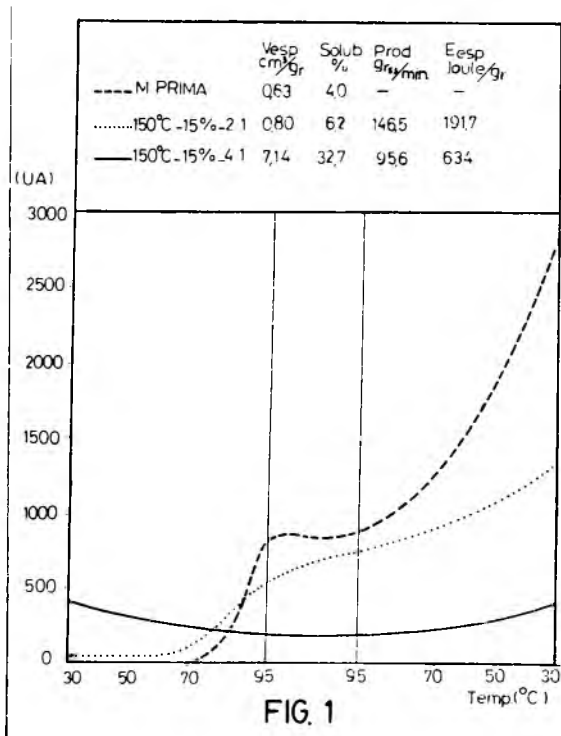
Se observa también que una disminución de humedad provoca un aumento del caudal y del CEEM. No obstante, en el caso del tornillo de relación de compresión 2:1, la aparición de las muestras atípicas produce una disminución brusca del CEEM.

El efecto de la temperatura, si bien claro para el tornillo relación de compresión 4:1 (a menor temperatura mayor CEEM), no lo es así en el caso del tornillo de relación de compresión 2:1, motivado fundamentalmente por la distorsión que se produce por la presencia de las muestras atípicas. A manera de ejemplo, en la Figura 2 se muestran también las propiedades de dos muestras cuyos CEEM son similares.

El caudal que se obtiene con el tornillo de relación de compresión 2:1 es 65^o/o mayor que el obtenido con el tornillo de relación de compresión 4:1, si bien las propiedades indicarían como más cocida a la muestra obtenida con el tornillo de relación de compresión 4:1 que muestra mayor solubilidad, mayor viscosidad inicial y menor retrogradación. Ahora bien, si las especificaciones del producto requerido están

VELOC. TORNILLO 120rpm DIAM. BOQUILLA 4,25mm		HARINA DE MAIZ EXTRUDADA	
Humed (%)	R.C	Temperatura (°C)	
		150	180
15	2:1		
	4:1		
18	2:1		
	4:1		
22	2:1		
	4:1		
30	2:1		
	4:1		

Características de los productos obtenidos en diferentes condiciones de temperatura, humedad y relación de compresión del tornillo.



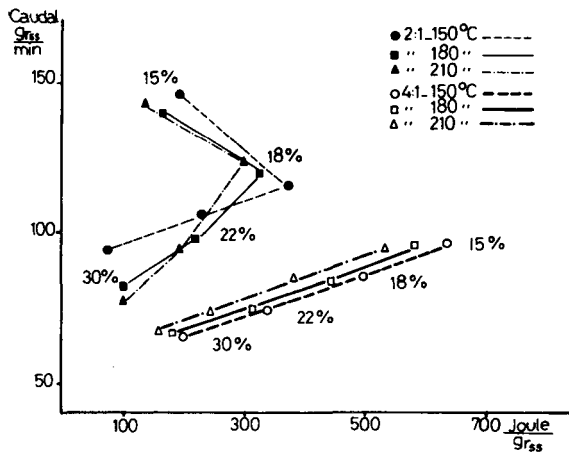
Comparación entre propiedades de dos muestras que sólo difieren en la relación de compresión del tornillo, y las de la materia prima.

en este rango de propiedades, obviamente convendrá trabajar con el tornillo de relación de compresión 2:1 que, además de brindar un aumento de producción, permite utilizar una humedad más baja, con el consiguiente ahorro de energía en el proceso posterior de secado.

Influencia sobre el Volumen Específico

El volumen específico da una idea de la porosidad del producto, y es razonable considerar que a mayor valor de esta propiedad le corresponderá un mayor grado de cocción.

En la Figura 3 se observa cómo esta propiedad es afectada con la humedad y la temperatura para los dos tornillos (2:1 y 4:1). Para el de relación de compresión 4:1, se verifica que el volumen específico aumenta con la disminución de humedad y con el aumento de la temperatura. Lo mismo ocurre con el tornillo de relación de compresión 2:1, exceptuando la región de humedad donde se producen las muestras atípicas.



	caudal (g/min)	vi (UA)	retrog. (UA)	solub. (%)	E. esp. (Joule/g _{res})
4:1.180°C..22%	73	470	470	333	314,3
2:1.180°C..18%	120	280	520	275	327,3

FIGURA 2

Relación: caudal-consumo específico de energía mecánica para distintas condiciones de humedad, temperatura y relación de compresión del tornillo

Influencia sobre la Solubilidad

En general, la solubilidad aumenta con el aumento de la temperatura, disminución de la humedad y aumento de la relación de compresión (Figura 4). A 30% de humedad y a igualdad de temperatura, la relación de compresión no incide en la solubilidad, cosa que no ocurre a bajas humedades donde la solubilidad aumenta con el incremento de la relación de compresión.

El uso de humedades más bajas a partir de 22% se traduce en una pérdida de eficiencia de cocción (disminución de la solubilidad), siendo este efecto más notable en el caso del tornillo de relación de compresión 2:1. Dicho efecto se compensaría cuando la temperatura llega a 210°C en el caso del tornillo de relación de compresión 4:1, o bien colocando una boquilla que imponga mayor restricción al flujo, es decir, de mayor diámetro o mayor longitud. (Véase Figura 8).

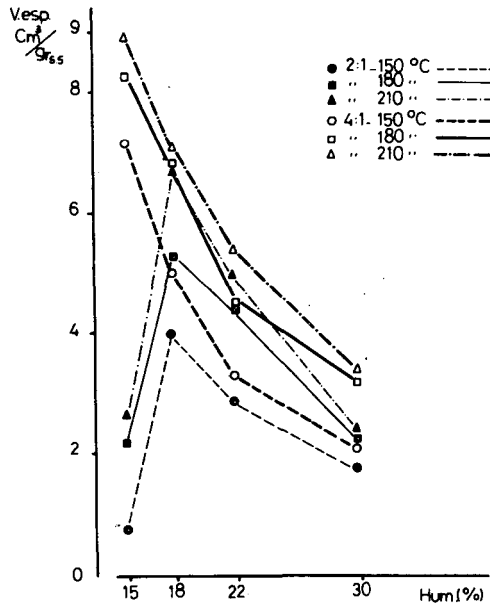


FIGURA 3

Influencia de la humedad de extrusión sobre el volumen específico para distintas condiciones de temperatura y relación de compresión

Influencia sobre el CEEM

La diferencia de consumo entre el tornillo de relación de compresión 4:1 y el de 2:1 se aprecia claramente en la Figura 5, ya que para cualquier humedad los valores de energía consumida son menores para este último.

En cuanto a la temperatura, las diferencias entre 150, 180 y 210°C son más notables para la relación 4:1, careciendo de importancia para el tornillo de relación de compresión 2:1.

La humedad es el parámetro que más variación produce con cualquiera de los tornillos.

Influencia sobre la Expansión

En la Figura 6 se puede ver que la expansión disminuye notablemente con el aumento de la humedad de ambos tornillos. En cuanto a la temperatura, al aumentar ésta, la expansión disminuye para ambas relaciones de compresión. Esto explica por qué a mayor temperatura la velocidad lineal de salida del material aumenta y, por lo tanto, el diámetro debe disminuir para poder mantener el mismo nivel de caudal. Un efecto similar se observa en la extrusión de almidón de maíz (21).

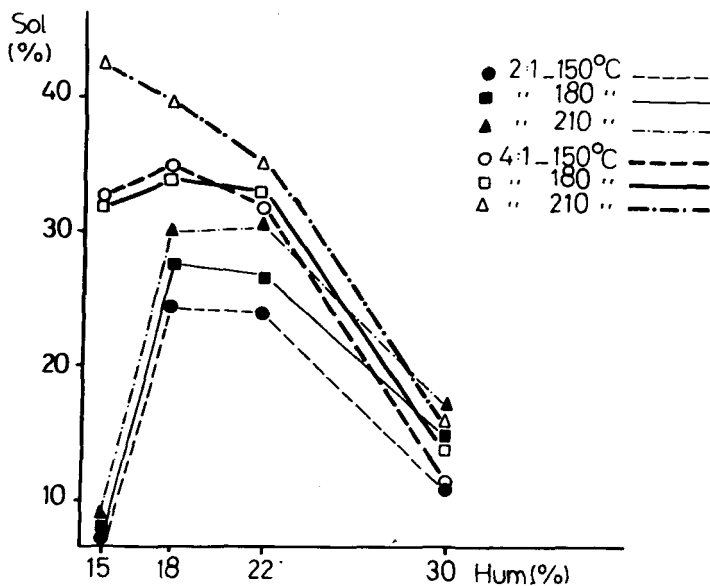


FIGURA 4

Influencia de la humedad de extrusión sobre la solubilidad para distintas condiciones de temperatura y relación de compresión

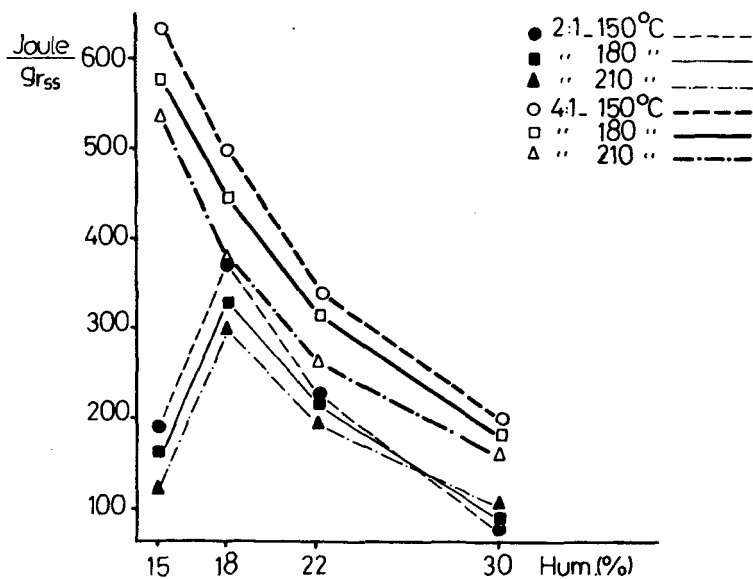


FIGURA 5

Influencia de la humedad de extrusión sobre el CEEM para distintas condiciones de temperatura y relación de compresión

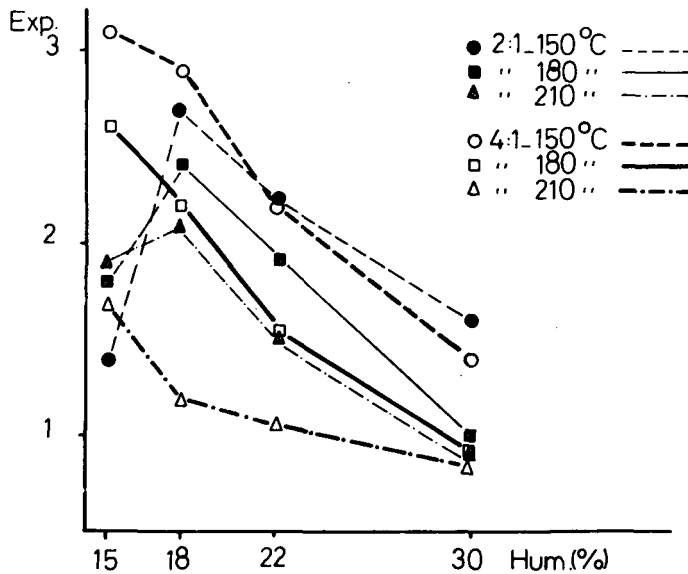


FIGURA 6

Influencia de la humedad de extrusión sobre la expansión para distintas condiciones de temperatura y relación de compresión.

Se nota que a las temperaturas de 180 y 210°C y humedad alta (30%), los valores de expansión son similares, lo que indicaría que ni la temperatura ni la relación de compresión parecen tener mucha influencia a humedades elevadas.

La relación de compresión muestra poca diferencia a 150°C, pero es apreciable a 180°C y más aún a 210°C, a humedades menores de 22%.

Influencia sobre la Respuesta Amilográfica

Con referencia a la respuesta amilográfica, también en este caso, la humedad es el parámetro más importante, mientras que la relación de compresión y la temperatura producen diferencias menos apreciables.

Podemos decir pues, que, en general, la respuesta amilográfica dada por el conjunto de muestras puede clasificarse en tres grandes grupos según su comportamiento durante la cocción (Figura 7).

Curvas del tipo 1— Caracterizadas por alta viscosidad inicial (mayor de 450 U.A.), caída de viscosidad durante el calentamiento con aumento de viscosidad alrededor de 70°C y posterior caída, indicativo de la presencia de cierta cantidad de material con capacidad de hinchamiento en caliente.

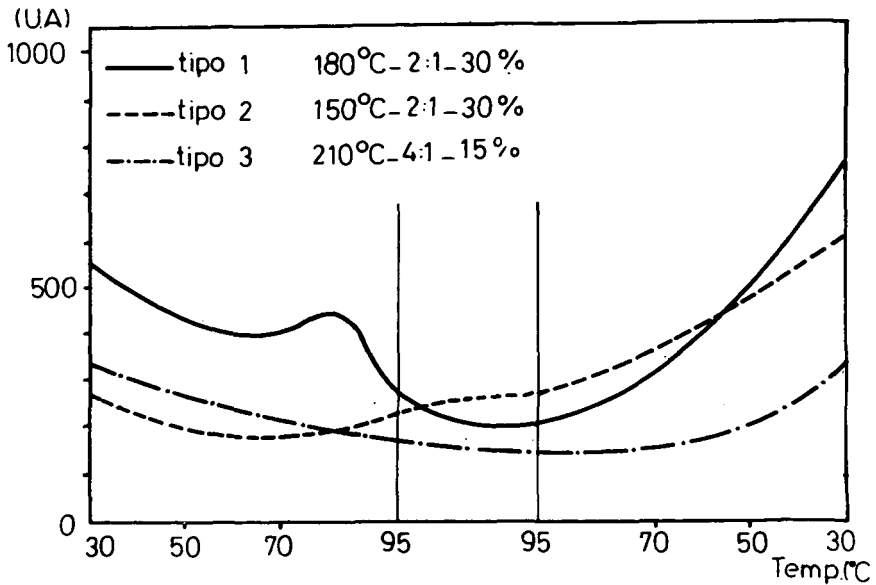


FIGURA 7

Curvas amilográficas características de los tres grupos de muestras obtenidas

Curvas del tipo 2— Baja viscosidad inicial (menor de 300 U.A.), manteniendo esa viscosidad en el período de calentamiento, con tendencia a crecer, y aumento de la misma durante la cocción.

Curvas del tipo 3— Viscosidad inicial intermedia (entre 300 y 450 U.A.), leve disminución en el calentamiento, y mantenimiento durante la cocción.

En general, las condiciones altamente críticas (tratamiento drástico) en la operación, es decir, alta relación de compresión, alta temperatura y humedad baja o intermedia, determinan curvas del tipo 3. Por el contrario, las muestras procesadas a un alto grado de humedad y temperaturas intermedias o altas, determinan curvas del tipo 1, y las procesadas a bajas temperaturas y humedades intermedias o altas, corresponden a las del tipo 2.

Las curvas amilográficas correspondientes al tornillo 2:1 y 18% de humedad para las tres temperaturas indican un comportamiento muy parecido a las del tipo 2. Ello significa que el amilograma, al igual que la solubilidad, estaría detectando ya a 18% la aparición de productos de cocción deficiente, que a 15% originan los productos atípicos. Esto ya no se nota a 22%, donde las curvas tienden a ser como las del tipo 3.

Para el tornillo de relación 4:1 no se observa esta anomalía en ningún caso.

Para finalizar los comentarios referentes a la respuesta amilográfica,

se puede concluir que ninguno de los puntos característicos de la curva, por separado, puede describir con suficiente claridad el estado del material, siendo necesario entonces el análisis de toda la curva. Una situación similar se encuentra en el caso de almidón de maíz extrudido (21). Esto se debe fundamentalmente a que las variaciones de la resistencia ejercida por la suspensión en el amilógrafo (momento torsor) son producto de un conjunto de interacciones, tales como las fuerzas intermoleculares e interparticulares (macromoléculas disueltas, granos de almidón, hidratados y fragmentos de los mismos, y agregados de partículas hidratadas), que dependen no sólo de las fuerzas de interacción sino también de la proporción de cada uno de estos componentes. Lo último está notablemente afectado por las condiciones de extrusión.

Efecto de la Rotación del Tornillo

Por último, para analizar la influencia de la rotación del tornillo sobre las características del producto, es necesario destacar que la velocidad de rotación es un parámetro que, por un lado, afecta al tiempo de residencia del material (masa de material retenido) y, por el otro, al gradiente de velocidad (velocidad tangencial del tornillo) impuesto al flujo. altura filete del tornillo

Así, a mayor velocidad (mayor producción), menor tiempo de residencia y mayor gradiente, y viceversa. La importancia relativa de ambos efectos depende del nivel de las otras variables y del grado de cocción del material.

En otro grupo de experiencias cuyos resultados se exponen en la Figura 8, se puede observar que, cuando las condiciones de extrusión son tales que producen un alto grado de cocción (evaluado mediante la solubilidad), es decir, baja humedad, alta relación de compresión y alta restricción al flujo (menor diámetro y/o mayor longitud de boquilla), resulta el gradiente de velocidad ser el más importante y, entonces, la solubilidad aumenta con el incremento de la velocidad del tornillo. Por el contrario, cuando las condiciones son tales que producen un menor grado de cocción, o sea, menor restricción al flujo (boquillas cortas) o menor grado de fricción (humedades intermedias o altas), el gradiente parece tener menos influencia, permitiendo observar el efecto del tiempo de residencia a través de la constancia o disminución de la solubilidad con el aumento de la velocidad.

CONCLUSIONES

Respecto de las Variables

La humedad es la variable más importante en la modificación de las propiedades de la sémola de maíz, mientras que la importancia relativa de la temperatura y relación de compresión varía según la propiedad a que se refiera. Así por ejemplo, en el caso del CEEM, la relación de compresión es más importante, y en el de la expansión y el volumen específico, es más importante la temperatura. Por otra parte, el efecto de va-

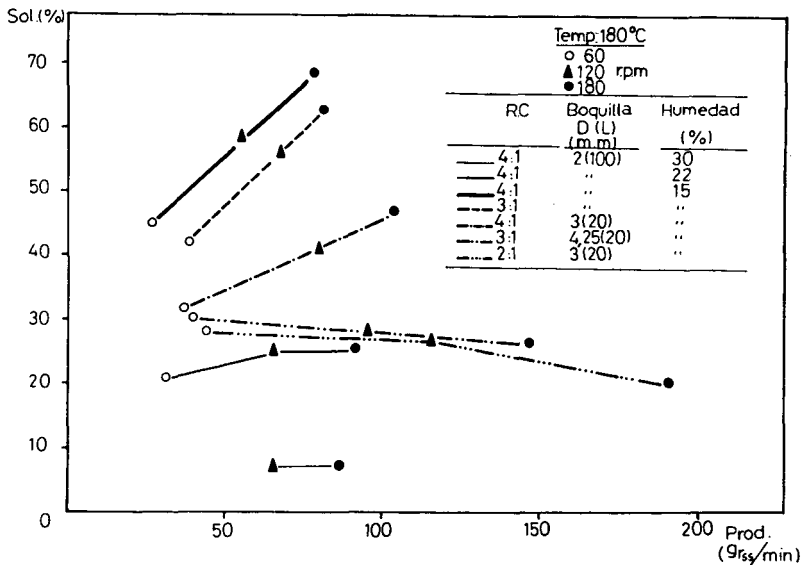


FIGURA 8

Efecto de la velocidad de rotación del tornillo sobre la solubilidad, para distintas condiciones de relación de compresión del tornillo, humedad y relación D (diámetro) — (L): (longitud) de la boquilla.

riables tales como relación de compresión, revoluciones del tornillo y diámetro de boquilla, es más notable a bajas humedades.

Respecto de las Propiedades

Si bien ninguna de las propiedades por sí sola puede describir totalmente el estado de la muestra extrudida, la solubilidad figura como la propiedad más sensible a los cambios. El volumen específico y el CEEM también pueden considerarse adecuadas para describir las modificaciones producidas, y por su simplicidad de determinación se transforman en buenos parámetros de control.

Con referencia a la curva amilográfica, cabe destacar que la evaluación de muestras utilizando esta técnica debe hacerse comparando las curvas completas, es decir, observando los distintos puntos del amilograma simultáneamente. No obstante, en general, valores bajos de viscosidad al final del período de cocción, y de retrogradación, corresponden a mayores grados de cocción.

Por último, debe hacerse notar que la aparición de las llamadas muestras atípicas es consecuencia del diseño simple que posee este extrusor, que para bajas humedades requiere que el nivel de restricción al transporte (relación de compresión, diámetro y longitud de la boquilla) supere cierto nivel mínimo para poder funcionar como recipiente de cocción.

SUMMARY

EFFECTS OF SOME EXTRUSION VARIABLES ON CORN FLOUR PROPERTIES

Grits and flour extrusion is a relatively simple operation. Nevertheless, understanding the transport mechanism and property modifications which occur during the operation, is quite complex.

Analysis of the effects produced on the material properties, through those methods that better describe the transformations produced, and the correlation of these "indicators" or responses with the process variables, would allow a better interpretation of the process as well as the selection of operation conditions to keep in mind so as to obtain the desirable characteristics in the product.

In the present study, the effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed as well as compression ratio on corn flour properties, was evaluated through the following parameters or responses: feed rate, specific consumption of mechanical energy, specific volume, expansion, water solubility and amylogram.

According to the results, feed moisture is the most relevant in modifying the properties, whereas the relative importance of temperature and compression ratio depend on the property being analyzed. Thus, for example, for specific consumption of mechanical energy, compression ratio is more important, while for expansion and specific volume, temperature is the most important.

On the other hand, solubility appears to be the property that best describes changes involved during processing of the sample, while specific volume and specific consumption of mechanical energy — although being less efficient — also turn out to be very useful responses.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, R.A., H.F. Conway & A.J. Pelinski. Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming. *Die Stärke*, **22**: 130, 1970.
2. Smith, O.B. Extrusion cooking. Presentado en: **International Symposium on Oilseed Protein and Concentrates**. Misore, India, CFTRI, 1967.
3. Smith, O.B. Why use extrusion. *The North Western Miller*, **27(8)**: 12, 1971.
4. Williams, M.A., R.T. Horn & R.P. Rugals. Influence of process variables on the quality of extruded maize. Presentado en: **6th European Symposium on Food Engineering**. Cambridge, England, 1977.
5. Bruin, S., D.T. van Zuilichem & W. Stolp. Review of fundamental and engineering aspects of extrusion of biopolymers in a single-screw extruder. *J. Food Process Eng.*, **2(1)**: 1-37, 1978.
6. El-Dash, A. & R.J. González. Application and control of thermoplastic extrusion of cereal for food and industrial uses. Presentado en: **International Symposium on Cereals: A Renewable Resource Theory and Practice**. Copenhagen, Calsberg Research Center, 1981.
7. Harper, J.M. *Extrusion of Foods*. Vol. 1. Boca Ratón, C.R.C. Press, 1981, p. 41-58.
8. Giovanni, M. Response surface methodology and product optimization. *Food Technol.* **37(11)**: 41, 1983.
9. El-Dash, A., R.J. González & M. Ciol. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch. En: **Extrusion Cooking Technology**.

- R. Jowitt (Ed.). Chapter 3. London, Elsevier Applied Science Publishers, 1983, p. 51-55.
10. Harper, J.M. Extrusion proceeding of food. *Food Technol.* **32**(7): 67, 1979.
 11. Mercier, C. & P. Feillet. Modification of carbohydrate components by extrusion cooking of cereal products. *Cereal Chem.* **52**(3) part 1: 283, 1975.
 12. Lawton, B.T., G.A. Henderson & E.J. Derlatka. The effects of extruder variables on the gelatinization of corn starch. *Canadian J. Chem. Engineering*, **50**(4): 168, 1972.
 13. González, R.J., R.L. Torres, D.M. De Greef & N.A. Gordo. Método de la superficie de respuesta en la extrusión de harina de maíz. Presentado en: **3er. Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (AATA)**, Santa Fe, Nov. 1983.
 14. Linko, P. & Y.Y. Linko. Extrusion cooking and bioconversions. *J. Food Engineering*, **2**: 243, 1983.
 15. Goering, K.J., D.N. Fritts & G.D. Allen. A comparison of loss of birefringence with the percent gelatinization and viscosity on potato, wheat, rice, corn, cow cockle and several barley starches. *Cereal Chem.*, **51**(6): 764, 1974.
 16. Paton, D. & W.A. Spratt. Simulated approach to the estimation of degree of cooking of an extruded cereal product. *Cereal Chem.*, **58**(3): 216, 1981.
 17. Gómez, M.H. & M. Aguilera. Changes in the starch fraction during extrusion-cooking of corn. *J. Food Sci.*, **48**: 378, 1983.
 18. Anderson, R.A., H.F. Conway, V.H. Pfeifer & E.L. Griffin. Gelatinization of corn grits by roll cooking and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*, **14**(1): 4, 1969.
 19. Paton, D., G.D. Robertson, E.G. Timbers & W.A. Spratt. Laboratory food extrusion: The design of a horizontally split barrel. *J. Food Sci.*, **45**:224, 1980.
 20. González, R.J. D.M. De Greef, R.L. Torres & N.A. Gordo. Comportamiento de un extrusor de laboratorio en el procesamiento de materiales amiláceos. *Rev. La Alimentación Latinoamericana*, **159**: 72, 1986.
 21. González, R.J., R.L. Torres, D.M. De Greef & N.A. Gordo. Evaluación de almidón de maíz precocido por extrusión. *Rev. Agroquím. Technol. Aliment.*, **26**(4): 1986.

NUEVOS LIBROS

Patient Problems in Clinical Nutrition: A Manual. — Mark L. Wahlqvist y Jitka S. Vobecky (Editores para IUNS y OMS). Inglés. Londres, John Libbey & Company Ltd., 1987, 446 p. ISBN 0-861 (pasta dura) y 0-86196-080-7 (encuadernado). Precio: US\$40.00 y US\$26.00, respectivamente.

Este interesante Manual está dedicado al connotado investigador científico suizo, Profesor Hugo Ernst Aebi, quien apoyó entusiastamente los esfuerzos conducentes al desarrollo del libro, por ser la nutrición uno de sus grandes intereses. Desafortunadamente, falleció trágicamente en un accidente en las montañas, sin ver materializar tan valioso proyecto.

Como bien dice el Presagio, a través de la historia de la humanidad, se ha palpado el interés de las comunidades y de sus asesores médicos por los alimentos, dada su importancia para la salud. Este reconocimiento ha sido especialmente cierto en determinadas épocas, como sucedió al emerger el concepto oriental Yin-yang, y lo mismo cabe decir, en Egipto, y en la era medieval.

En este siglo, la relación entre los principales problemas ocasionados por las enfermedades infecciosas y la malnutrición, ha merecido particular énfasis en el Tercer Mundo. La década de 1970 presenció en los países industrializados un surgimiento súbito, en las comunidades, en la búsqueda de salud y buen estado físico a través de cambios en el estilo de vida. La medicina clínica contemporánea ha sido lenta en responder a esa inquietud, pero ya lo está haciendo ahora.

El dilema actual de las escuelas de medicina y los programas médicos de entrenamiento a nivel de postgrado estriba en que los clínicos encargados de estas tareas académicas no han estado lo suficientemente preparados para hacer frente al reto del momento. Hoy día, necesitan trabajar juntamente con los que cursan ese entrenamiento para identificar los problemas de nutrición clínica, y encontrar medios de resolverlos. En consecuencia, los objetivos de este Manual son proporcionar ejemplos de problemas nutricionales en medicina clínica que estimulen a los lectores a evaluarlos por sí mismos, así como contribuir con estudios críticos de los problemas, incluyendo algunas fuentes adicionales de lectura.

El libro que nos ocupa incluye una lista de las personas que colaboraron en su preparación y está dividido en tres partes principales.

Parte I. — *¿Qué es la Nutrición Clínica?* con dos capítulos. El primero se titula “La ciencia de la nutrición aplicada a la medicina clínica” y el segundo, “El problema

de la nutrición clínica, evaluación y solución del problema: A. Evaluación del problema, y B. Manejo del problema”.

Parte II. — Los Problemas del Paciente de Acuerdo a la Región del Mundo de que se Trata. — Comprende: A. “Problemas y preguntas clínicas” y B. “Respuestas, críticas y referencias” y un índice de estudio de casos.

Parte III. — Recursos en Nutrición Clínica. Incluye también: A. “Textos de nutrición”. B. “Revistas de Nutrición Clínica” y C. “Cuadros, gráficas y fórmulas”. Por último, hay un índice de los Cuadros que lo ilustran.

Para mayores detalles, se recomienda a los interesados dirigirse a John Libbey & Company Limited, 80/84 Bondway, Vauxhall, London SW8 1SF, Inglaterra.

Selenium. — Environmental Health Criteria No. 58. — Geneva, World Health Organization, 1987, 306 p. Precio: US\$14.40. Disponible en inglés. ISBN 92 4 154258 6.

Este volumen realmente es un análisis a fondo de los muchos problemas de investigación que circundan el papel del selenio, como elemento, tanto esencial, como tóxico. Principia con un examen de lo que se sabe acerca de la distribución de este ubicuo elemento en el ambiente, incluyendo su presencia natural en la cadena alimentaria. También se comentan las actividades humanas tales como prácticas agrícolas y ciertos procesos de manufactura y de refinamiento que pueden influenciar su distribución natural.

Puesto que para la población general, los alimentos constituyen la ruta principal de exposición, el libro en particular cubre extensamente los niveles en que típicamente se encuentra el selenio en diferentes alimentos, y los factores que pueden dar cuenta de concentraciones extraordinariamente altas o bajas. Estos incluyen diferencias geográficas naturales en las concentraciones ambientales, diferencias en las tendencias de las plantas a absorber selenio de la tierra, y las concentraciones resultantes en las carnes de órganos de animales que consumen tales plantas.

La sección destinada a la exposición humana discute el grado al que los hábitos alimentarios, las preferencias en cuanto a los alimentos y las dietas médicas especiales, pueden determinar el riesgo individual de una ingesta deficiente o excesiva de selenio. En vista de la importancia que la exposición tiene para lactantes y niños, el libro también analiza la evidencia sobre los diferentes niveles de selenio que se han determinado en fórmulas para uso infantil. Otras secciones cubren el metabolismo del selenio, comentan las enfermedades detectadas en animales de granja —relacionadas ya sea con una ingesta excesiva o una deficiente— y compendia los resultados del trabajo experimental relativo a las respuestas fisiológicas a la toxicidad y a la deficiencia.

El libro finaliza reexaminando los datos en cuanto a las consecuencias que para la salud humana conllevan las altas o bajas ingestas de selenio. Se dedica especial cuidado a la evaluación de estudios previos que afirman la existencia de un efecto carcinogénico, y de estudios más recientes sugerentes de un efecto protector en contra de ciertos tipos de cáncer en animales de experimentación.

Esta publicación puede adquirirse enviando su solicitud y el cheque correspondiente a las Oficinas Centrales de la OMS en la siguiente dirección: Organización Mundial de la Salud, 1211, Ginebra 27, Suiza.

OTRAS PUBLICACIONES

Proceedings del II Congreso Mundial de Tecnología de Alimentos — Barcelona, España, Intercongrès (Secretaría Técnica del Congreso), 4 Tomos, 3,000 páginas. Impreso en offset, cosido, tapas duras. Precio de los cuatro volúmenes: 24,000 Pesetas.

Como es del conocimiento de los lectores, el II Congreso Mundial de Tecnología de Alimentos constituyó un rotundo éxito por la alta calidad de las ponencias, mesas redondas y comunicaciones libres. Lo mismo aplica a la magnífica participación de todos los Congresistas en los coloquios que se desarrollaron después de la presentación de cada trabajo.

Por las razones apuntadas, el Comité Organizador acordó editar todos los trabajos presentados en esa oportunidad. Gracias a la colaboración de los autores, se logró así reunir toda la documentación, y hoy se halla a disposición de los interesados la edición completa de los trabajos, en la Secretaría Técnica del Congreso.

Según anuncio que tenemos a la vista, los cuatro volúmenes editados recogen las aportaciones de científicos y técnicos de la industria alimentaria procedentes de 38 países. Los trabajos están ordenados en los siguientes capítulos:

Vol. I — Propiedades fisico-químicas y sensoriales de los alimentos. Bioquímica de los alimentos. Microbiología de los alimentos. Aplicaciones de la biotecnología en la producción de alimentos.

Vol. II — Valor nutritivo de los alimentos. Nuevos procesos y tecnologías. Envasado de alimentos.

Vol. III — Conservas y deshidratados. Postrecolección de frutas y hortalizas. Comercialización en fresco. Cereales y derivados. Vinos y bebidas alcohólicas. Bebidas analcohólicas. Productos dietéticos.

Vol. IV — Industrias cárnicas. Industrias lácteas y derivados. Industrias del pescado. Productos congelados. Por último: Grasas y aceites.

Los Proceedings del Congreso (4 volúmenes como se indica en el epígrafe), pueden adquirirse de la Secretaría Técnica: INTER-CONGRES - Gran Vía 646, 4^o4.a - 08007 Barcelona, España. El cheque correspondiente, por la suma de 24,000 Ptas. debe extenderse a nombre de PROSEMA.

BIOAVAILABILITY 88
Chemical and Biological Aspects of Nutrient Availability
Norwich, United Kingdom
21-24 August, 1988

De índole internacional, esta Conferencia sobre los aspectos químicos y biológicos de la disponibilidad de nutrientes, se celebrará los días 21 a 24 de agosto de 1988, en Norwich, Inglaterra.

El propósito es básicamente reunir nutricionistas, clínicos y químicos con intereses y preocupaciones compartidos en las diversas facetas que implica la biodisponibilidad, su medición, significado fisiológico y relevancia para la dieta y la industria alimentaria.

Según se proyecta, habrá conferencias magistrales en sesiones plenarias, presentaciones de trabajos, y talleres de trabajo que cubrirán tanto los micro- como los macronutrientes.

Las Memorias de la Reunión serán publicadas oportunamente en forma de libro, e incluirán todas las aportaciones científicas. Ajeno a ello, se proyecta exhibir equipo analítico e instrumental, así como libros y revistas.

En un número futuro de ALAN incluiremos en esta misma Sección, mayores datos sobre el particular, así como el programa de actividades de esta Reunión, que promete ser de gran interés.

Además, los interesados que así lo deseen pueden obtener desde ya los detalles correspondientes al programa, registro de participantes, fechas límite para la presentación de trabajos, etc., dirigiéndose a:

Bioavailability 88, AFRC Institute of Food Research
Colney Lane
Norwich, NR4 7UA, UK.

Se agradece la valiosa ayuda que al mantenimiento de esta Revista prestan las siguientes instituciones y entidades comerciales:

ENTIDADES PATROCINANTES

Asociación Americana de Soya (México D. F., México)

Asociación Americana de Soya (Oficina para América del Sur Caracas, Venezuela)

Compañía Distribuidora Guatemalteca Shell (Guatemala, Guatemala)

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Gerber Products Company (GERBER) (Freemont, Michigan, USA)

F. Hoffman — La Roche & Co. (PRODUCTOS ROCHE) (Basilea, Suiza)

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (Guatemala, Guatemala)

Instituto Nacional de Nutrición (INN) (Caracas, Venezuela)

Wyeth International Limited (Philadelphia, Pa., EUA)

Monsanto Guatemala, Inc. (Guatemala, Guatemala)

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 o/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 pagina 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

A partir del primer número de la Revista para 1986 (Volumen 36), las separatas o sobretiros de los trabajos serán provistos libres de cargo, siempre que los autores cubran debidamente el costo de la publicación en sus respectivos artículos. Dichas separatas se proporcionarán al primer autor en un total de 25.

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 \$12.00 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. Sergio Valiente – Presidente
Dr. Jaime Ariza – Vicepresidente
Srta. Betty Avila – Secretaria
Dr. Eduardo Atalah – Tesorero
Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente saliente – Vocal
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Héctor Bourges – Vocal
Dr. Luis Fajardo – Vocal
Dr. José Dutra de Oliveira – Vocal
Dra. Wilma Freire – Vocal
Dr. Sunney D. Alexis – Vocal
Dr. Jean-Pierre Habicht – Vocal
(Consejo Directivo 1986-1988)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1988

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)
Universidad de Chile
Casilla de Correos 15138
Santiago 11, Chile

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. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1986-1988

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 Roza
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

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

SEPTIEMBRE, 1987

No. 3

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	414
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Preschool child feeding, health and nutritional status in Gualaceo, Ecuador. — Rachel Novotny	417
Niveles séricos y excreción urinaria de magnesio en la gestación. Influencia de la ingesta láctea. — María Salinas, María Eugenia Martínez, Pilar Catalán, Elisa Sánchez Casas, Elisa Herrero y Pilar Navarro	444
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> Benth) en la alimentación humana. III. El valor energético de la harina de chigo. — Jinny Emily Sánchez R., José A. Barreiro M. y Odoardo Brito Arreaza	451
Utilización del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) en fórmulas no lácteas. II. Balance de nitrógeno en niños con intolerancia a la lactosa, alimentados con una fórmula a base de garbanzo y un producto comercial de soya. — Angela Sotelo, Miguel Hernández, Jorge Larracilla, Marta Lucía Arenas y Estela Palapa	468
Development and evaluation of a low-cost amaranth (<i>Amaranthus cruentus</i>)-containing food for preschool children. — F.R. del Valle, A. Sánchez-Marroquin, M. Escobedo, R. Avitia, H. Bourges, S. Maya, M. Vega and R. Becker	480
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Modelo para la extrusión de mezclas maíz-soja (70:30). — María V. Gonzalo de Gutiérrez y Marta H. Gómez	494
Evaluación nutricional y de estabilidad durante el almacenamiento de mezclas extruidas, con sorgo. — Rubén R. Gutiérrez, Margarita A. de Romano y Marta H. Gómez	503
Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.). II. Composición química y calidad biológica de panes elaborados con mezclas de las mismas. — Ana María Estévez A., Fernando Figuerola R., Magaly Vásquez D., Elena Castillo V. y Enrique Yáñez	515
Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped <i>A. caudatus</i> . — R. Bressani, L. Sumar-Kalinowski, M.A. Ortiz and L. G. Elías	525
Formulación, elaboración y evaluación de galletas de masa corta, laminadas y cortadas, para diabéticos. — Emma Wittig de Penna, Virginia Araya, Miguel Craddock, Antonio Arteaga y Elena Carrasco	532
Efectos del tratamiento con polivinilpirrolidona (PVP) sobre la calidad nutricional del sorgo. — Sara I.L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Norma G. de Lúquez, José Cid y Silvia Fernández	547
Utilización del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) en fórmulas no lácteas. I. Composición química y calidad nutritiva del garbanzo y su comparación con fórmulas infantiles comerciales. — Angela Sotelo, Marta Lucía Arenas y Miguel Hernández	551
Elaboración y evaluación de porciones de pescado a partir de especies integrantes de la fauna de acompañamiento del camarón. — Johnny Acosta y Rafael Antonio Bello	560
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
Efectos de algunas variables de extrusión sobre la harina de maíz. — Rolando José González, Dardo Mario de Greef, Roberto Luis Torres y Norma Alicia Gordo	578
NUEVOS LIBROS	593
OTRAS PUBLICACIONES	597
NOTAS	599
INFORMACION PARA LOS AUTORES	601