

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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 acogerán manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos 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 \$ 20,00 por volumen, incluyendo 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. It accepts articles in Spanish, English, Portuguese and French both from the society members and from non-members in the following categories: 1. General Papers (critical scientific reviews); 2. Research Papers (original); 3. Papers in Applied Nutrition (analytical results from intervention programs and discussions 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 the Archivos). The subscription is US \$ 20,00 per yearly volume (4 numbers) including mail.

ENTIDADES PATROCINANTES

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición y su órgano oficial de divulgación científica **Archivos Latinoamericanos de Nutrición** se complacen en reconocer el apoyo de las siguientes organizaciones al avance de la ciencia de la Nutrición y la Alimentación en el hemisferio americano:

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela
F. Hoffmann-La Roche & Co., Basilea, Suiza
Productos Nestlé (INDULAC)
Espalsa, Especialidades Alimenticias S.A.
Asociación Americana de Soya
C. A. Venezolana de Alimentos (GERBER)

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición
Apartado 2049
Caracas, Venezuela

Achr. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE-ISSN 0004-0622

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

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVII

SEPTIEMBRE 1977

Nº 3

SUMARIO

	<u>Pág.</u>
ARTICULOS GENERALES	
Non formal nutrition/education for rural development in Latin America. - <i>Jean Audrey Wight</i>	285
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. - <i>Ana Maria Leal Coser, Lieselotte Jokl y Enio C. Vieira</i>	297
Efecto de las diarreas sobre el retardo en crecimiento físico de niños guatemaltecos. - <i>Reynaldo Martorell, Aaron Lechtig, Charles Yarbrough, Hernan Delgado y Robert Klein</i>	311
Formulación y evaluación de un modelo matemático para la predicción de pérdidas de nutrientes durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados. - <i>José A. Barreiro Méndez, George R. Salas e Irma Herrera Morán</i>	325
Screening for malnutrition with arm circumference. <i>Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria y Dean H. Wilson</i>	343
Comparative analysis of some anthropometric measurements. <i>Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria and Dean H. Wilson</i>	359
Efectos específicos de diferentes tipos de malnutrición sobre las proteínas plasmáticas, estudiados en un modelo experimental en ratas. <i>N. H. Slobodianik, N. Marcilla de Parada, M. E. Rio, J. C. Sanabuja y A. Martínez-Seeber</i>	377
Proteínas plasmáticas en el transporte del hierro. - <i>Eglantina Y.</i>	

<i>Sottano de Russo y Oscar Luis Marsano</i>	395
The arm circumference at birth and its relation to other anthropometric parameters. - <i>M. Gueri, P. Jutsum, P. Knight y V. Hinds</i>	403
Los aditivos alimentarios como posibles tóxicos genéticos-determinación microbiológica. - <i>Miguel D'Aquino y Pilar Santini</i>	411
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	425
LIBROS NUEVOS	431
OTRAS PUBLICACIONES	433
NOTAS	435

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVII

SEPTIEMBRE 1977

Nº 3

CONTENTS

Page.

GENERAL PAPERS

- Non formal nutrition/education for rural development in Latin America. - *Jean Audry Wight*..... 285

RESEARCH PAPERS

- Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. - *Ana María Leal Cozer, Lieselotte Jokl and Enio C. Vieira*..... 297
- Effect of diarrheal diseases on growth retardation in preschool children from Guatemala. *Reynaldo Martorell, Aaron Lechtig, Charles Yarbrough, Hernán Delgado and Robert E. Klein*... 311
- Formulation and evaluation of a mathematical model to predict losses in nutrients during the thermal processing of canned foods. - *José A. Barreiro Méndez, George R. Salas and Irma Herrera Morán*..... 325
- Screening for malnutrition with arm circumference. - *Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria and Dean H. Wilson*..... 343
- Comparative analysis of some anthropometric measurements. - *Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria and Dean H. Wilson* 359
- Specific effects of different types of malnutrition. An experimental model in rats. - *N. H. Slobodianik, N. Marcilla de Parada, M. E. Rio J. C. Sanabuja and A. Martínez-Seeber*... 377
- Plasma proteins and iron transport. - *Eglantina Y. Sottano de*

<i>Russo and Oscar Luis Marsano</i>	395
The arm circumference at birth and its relation to other anthropometric parameters. - <i>M. Gueri, P. Jutsum, P. Knight and V. Hinds</i>	403
Food additives and its probable genetic toxicity-microbiological assay. - <i>Miguel D'Aquino and Pilar Santini</i>	411
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY	425
NEW BOOKS	431
OTHER PUBLICATIONS	433
NOTES	435

ARTICULOS GENERALES

NON-FORMAL NUTRITION/EDUCATION FOR RURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA

Jean Audrey Wight

Nutrition Department University of North
Carolina-Chapel Hill

SUMMARY

Innovative health and nutrition messages arising from and by rural groups in developing countries, can contribute to their improved nutritional status.

INTRODUCTION

Non-formal rural, community focused, innovative nutrition and health instructional modules can contribute to accelerating social and economic development in Latin America's rural areas.

Leaders throughout the developing world are seeking to adopt strategies using their present available resources to enable the greatest possible number of people to better their socio-economic level. "National development in most poor countries has not halted a worsening of mass poverty in rural areas, widening economic and social inequalities between urban and rural populations, and the gap between rural employment opportunities and the increasing rural youth population". (1) Despite two decades of efforts to quantitatively expand formal education, an ever increasing proportion of rural youth are not receiving effective primary schooling. Further expansion of formal educational systems are not possible given the national economic constraints. Educational opportunities for rural adults are also minimal.

Latin America's yearly population growth rate is 2.9% indicating a predominantly young population (42% for Latin America and 46% for Colombia under 15 years of age). The

Recibido el 13-7-76.

average number of persons per family is six; 51% of the population is in the productive age group (15 to 64 years); with 60.7% of the population residing in urban areas; 30% of the total population comprises the work force, with 41% in agriculture.

In 1970 Latin American's per capita yearly income was approximately US \$ 300. School dropout rates between 1961-1966 were 78% at the primary school level, 73% at high school, and 55% at the university level. The question is thus "what might be done through non-formal education, in addition to strengthening the schools, to help accelerate the social and economic development of rural areas?"

Social and economic development includes the nutritional status of the population. In Colombia which is indicative of the Latin American region, the 1971 nutritional indicators included: an infant mortality rate of 67.9 per 1,000 live births; 43% of total deaths in the 0-4 age groups; 20% of babies weighed under 2,500 grams; 66% of children under 7 suffered some degree of malnutrition; the specific mortality rate from measles and diarrhea was 95.0 per 100,000; and 30% of all pregnant women had nutritional anemia.

Studies carried out by the Institute of Family Welfare (ICBF) in Colombia demonstrate that the general prevalence of protein-energy malnutrition in children under 5 year belonging to low-income families (70% of the population) was 66.6% in 1967, and that of iron deficiency anemia 133/1,000 inhabitants. The Colombian University of Valle-Tulane PRIMOPS Candelaria study indicated that the most serious malnutrition cases were the last born in large (6+) families. (2)

The rapid population growth rate has accentuated the nutrition problem. In addition, the Colombian Health Ministry estimates that as many as 4-5 million people live in areas without practical access to bona fide medical care (over 60% of the population do not consult a doctor even once a year) (3). Health and educational services need to be distributed to the entire population.

The causes of Latin America's malnutrition can be principally attributed to inadequate income distribution (over 50% of the population cannot afford a minimum diet); lack of nutritional knowledge; unequal intra-family food distri-

bution; food supply; marketing; sanitation, poor health conditions, and the population growth rate. The Colombian National Nutrition Policy Plan being implemented in 1977 focuses on rectifying the above factors, and though a population policy is not part of the plan, reduced fertility is recognized as a factor influencing nutritional status. Programs specifically suited to local conditions are needed for implementation by institutions that will favorably affect the distribution of income such as credit, land reform, cooperatives, etc. in addition to non-formal education activities, and social health services that have a direct impact on living conditions. When a broad cross-section of the population benefits sufficiently from development and not before the motivation for smaller families is greatly increased and population growth significantly slowed.

Non-formal educational programs planned to provide rural teachers and educational agents with an understanding of their physical, social, economic and cultural environment are necessary that include knowledge and skills for household management, nutrition for all family members, consequences of population factors such as birth intervals and family size on family nutritional status; family responsibilities; community participation, etc. Non-formal education defined as "organized educational activities outside but complementary to the formal system, that is intended to serve specifically defined target groups and learning objectives", (4) can effectively strengthen and extend rural health development efforts by introducing and testing innovative educational instructional materials.

Public and private Latin American universities are endeavoring to create and implement continuing innovative non formal education approaches for rural school teachers and others. The role of the university in Latin America "elitist" up to recent time is increasingly being influenced to serve community needs. A university outreach multimedia program patterned on the English "Open University" model can contribute to providing a greater number of people educational means to better their quality of life.

National Nutrition Policy Plans such as that of the Chilean, Colombian and other governments, that incorporate interventions focusing on bringing about improvements in the nutritio-

nal status of low income groups, can support and extend the policy by incorporating 'Open University system' multimedia non-formal nutrition education innovative materials developed for and by the rural target populations. Nutrition education message content through-out Latin America in community centered programs has for too many years been limited to disseminating facts about nutrition which has had little effect in influencing the improved selection and consumption of foods. An example of this is the widespread use of the Food Group Charts developed by most Latin American Institutes of Nutrition. Little or no positive influence on food habits or improved nutritional status can be attributed to this teaching tool.

Nutrition education research has proved that it is a factor in improving dietary habits when the methodology is designed with that as a purpose, and when the learner is involved in the decision-making process. The use of real-life situations and group activities which give the learners some responsibility in planning their educational activities affords effective teaching of nutrition. An example is that of the Pontifical Javeriana University of Colombia's "Open University" Program. The outreach program focuses on rural needs of incorporates the educational principles essential to positively bringing about behavioral change such as demanded by food habit change.

The Pontifical Javeriana University outreach proposed multi-media, rural community focused nutrition education methodology would define and intergrate the specific felt-needs and resources of the rural target community into the educational messages. Message content would include knowledge and skills in nutrition and health for all family members, household food management; infant and maternal nutrition; consequences of population growth rate factors on family nutritional status (birth interval and family size); intra-family food distribution; food production and consumption, and sanitation. Costs per learner would be minimal for the non-formal activities by using and extending the formal educational system; donated rural school facilities; national television and radio transmission channels; part-time faculty involvement; and university facilities and equipment.

Educational programs are more effective when they are

directly tailored to the real interests and motivations of learners. "The creation of motivation is a problem of realistically linking education to social and economic opportunities and helping learners perceive these opportunities". (5) In addition, as stated by Coombs, a successful non-formal education program "needs to focus on expanding learning, opportunities to those keenly motivated to learn, who can most effectively use self-instruction, and who are most likely to retain and apply the acquired new knowledge". (6)

OUTREACH UNIVERSITY NUTRITION EDUCATION

A. Procedure. To assure a high learner acceptance probability in the University outreach program, educational messages should be created arising directly from felt-needs expressed by the rural communities.

The target population itself defines the content. University qualified personnel should initially design semi-structured problemsolving, instructional module guidelines. The guidelines are designed to motivate the teachers to the nutritional subject matter, and to serve as a reference framework. The rural teachers as a group with a monitor, apply the module on themselves, and record their comments. Monitors and university personnel, on the basis of the teachers comments and suggestions, select the teachers expressed priority needs and intergrate them into the guideline, defining and creating an instructional module. This initial module is then tested by the rural teachers in their classrooms and/or community in terms of: 1) technical design, and 2) relevance of content to rural needs. Evaluation feedback is incorporated into the final refined instructional module, which is then transpitted and mailed to all rural teachers in that specific geographical area. The problem-solving instructional module content is thus created from the food habits and needs of specific rural poor target populations, their prevailing cultural habits, current economic status.

B. Instructional Modules. The instructional modules sent to rural participating teachers and change agents, should be designed to incorporate the following steps of the learning process: a) Attention-the necessary first step in learning and which comprises two aspects: 1) the body senses (eyes

and ears), and 2) attention of the mind. b) Interest —initiation of personal involvement by the learner. c) Confidence —the learner must be encouraged to feel capable of learning the new concepts. d) Desire/Want —when the need to change or learn is strong, the individual will learn. e) Action —all meaningful learning incorporates “doing”. A self-active process needs to be built into each module. f) Satisfaction —necessary for continued learning.

The instructional modules should consist of structured sequences of learning experiences specifically designed for individualized learning with built-in group support for effective change to take place. Weekly rural group discussion meetings can provide the group support element. The participating change agents meet in a rural school or free locale to receive weekly 10-15 minute television or radio instructional messages planned to complement and extend the written word instructional module. Groups of 8 - 10 rural change agents in each specific geographical area come together to receive the transmitted educational messages, to group study the written word instructional modules, and to exchange educational experiences arising from the modular learning. A coordinator is elected from and by the group.

The rural coordinators are of key importance to the success of the educational change process. Periodic intensive short courses can be implemented by the University Outreach program for the rural monitor coordinators. The monitors fill an essential feedback role and should be part of the University outreach team charged with developing the educational multimedia (TV and radio) weekly messages.

C. Methodology. The instructional module methodology can employ an educational structure of defined goals, generalizations, and behavioral objectives. The utilization of the structure as a set of understandings for learners to progress towards, stimulates problem-solving inquiry through the steps of data collection, examination, classification, and arriving at conclusions. The structure of goals, generalizations and behavioral objectives serves a dual purpose: a) it serves as a starting point for teachers to plan for the learners, and b) the learner reverses the route by moving from the learning experience to giving evidence of his learning, to verbalizing

the generalization, and moving towards the goal. University Personnel define the content area goals, generalizations and behavioral objectives in a set of guidelines which provides flexibility stimulates the rural teachers to define their own suggested solutions to the problem.

The application of the nutrition content guidelines can employ a procedure that consists of a) motivation of the teachers, b) diagnosis of the nutritional status problem, c) causes, and d) suggested solutions. An initial series of four guidelines can for example, deal with such as the relationship of primary school student's nutritional status to their scholastic achievement, and between preschool age nutrition and family health, to motivate the rural teachers' interest in nutrition. The first and second guidelines should stimulate the teachers and change agents to seek answers to the nutritional problem by utilizing simple techniques for assessing the nutritional status of their students. Guidelines three and four could then assist the teachers in identifying factors within that community that may cause malnutrition, and to propose possible solutions.

The instructional modules can be readily understood, adapted, and applied by Latin American school teachers and change agents with little or no previous nutritional training. Rural change agents provided meaningful non-formal nutrition education instruments such as the instructional modules that arise from the specific rural needs, can have a decisive impact on improving the nutritional status, family health, and social development of large segments of Latin America's rural areas simultaneously with strengthening the formal school system.

Note: Copies of reference guidelines can be obtained by writing the author.

R E S U M E N

Nutrición/Educación no-formal para el desarrollo de la población en Latinoamérica.

Módulos instruccionales innovativos de multi-medios en nutrición y salud derivados directamente de las necesidades expresadas por las poblaciones rurales, para ser empleados en educación no-formal, pueden contribuir a mejorar el estado nutricional de las poblaciones rurales de la América Latina.

B I B L I O G R A P H Y

1. Coombs, Philip H. et al. "New Paths to Learning for Rural Children and Youth". Nonformal Education for Rural Development. International Council for Educational Development. 689 Fifth Avenue, New York, Oct. 1973, p. 1.
2. Wray, Joe D., and Alfredo Aguirre, "Protein-Calorie Malnutrition in Candelaria, Colombia. I. Prevalence; Social and Demographic Factors", *Journal of Tropical Pediatrics*, Vol. 15, pp. 76-98, 1969.
3. U. S. Agency For International Development Mission to Colombia, "An Analysis of the Colombian Public Health Sector". p. 129, Dec. 1972.
4. Coombs, Philip H. et al. "New Paths to Learning for Rural Children and Youth". Nonformal Education for Rural Development. International Council for Educational Development. 680 fifth Avenue, New York, Oct. 1973, p. 11.
5. Coombs, Philip H. et al. "New paths to Learning for Rural Children and Youth". Nonformal Education for Rural Development. International Council for Educational Development. 680 Fifth Avenue, New York, Oct. 1973, p. 94.
6. Coombs, Philip H. et al. "New Paths to Learning for Rural Children and Youth". Nonformal Education for Rural Development. International Council for Educational Development. 680 Fifth Avenue, New York, Oct. 1973, p. 95.
7. Agency for International Development, Office of Nutrition, Technical Assistance Bureau, "Nutrition Education in Child Feeding Programs in the Developing Countries". Washington, D. C. 20523.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), "Food and Nutrition Education in the Primary School", FAO Nutritional Studies, N° 25, Rome, Italy, 1973.
9. Marshall, William H., "Nutrition, Behavior and Change", The Prentice-Hall Series in Family and Consumer Sciences, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1972.
10. Jelliffe, Derrick, et al. "Child Nutrition in Developing Countries", A Handbook for Fieldworkers. U. S. Department of State, Agency for International Development, Office of the War on Hunger, Washington, D. C. 20523, 1969.
11. King, Maurice H., et al. "Nutrition for Developing Countries", with special reference to the maize, cassava and millet areas of Africa. Oxford University Press, Ely House, London W. 1, 1972.
12. Population Referente Bereau, Inc., "Nutrition, Development and Population Growth", Vol. 29 N° 1, 1755 Massachusetts Avenue, N. W. Washington, D. C. 20036, 1973.
13. Rich, William, "Smaller Families through Social and Economic Progress". Overseas Development Council, Suite 501, 1717 Massachusetts Avenue, N. W., Washington, D. C. 20036, Monograph N° 7, January 1973.
14. Ritchie, Jean A. S., "Learning Better Nutrition", A second Study of approaches and Techniques. Food and Agriculture Organization

- of the United Nations (FAO), Nutritional Studies, N° 20, Rome, Italy, 1967.
15. Lane, Mary T., and Wileman, R., "A Structure for Population Education". Goals, Generalizations, and Behavioral Objectives. Carolina Population Center, University of North Carolina, Chapel Hill, N. C. 27514, 1974.
 16. Whitehead, Floy E., "Nutrition Education Research Project, Report of Feasibility Study, Phase I". Agency for International Development (AID), Technical Assistance Bureau, Office of Nutrition, Washington, D. C. 20523. 1970.
 17. Williams, Cicely D., and Jelliffe, D., "Mother and Child Health Delivering Services", Oxford University Press, Ely House, London W. 1, 1972.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

EFFECTS OF TEMPERATURE OF PROCESSING AND OF ISOLEUCINE FORTIFICATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF BLOOD MEAL*

*Ana Maria L. Coser***, *L. Jokl* and *Enio C. Vieira*

Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
MG BRASIL

SUMMARY

A processing for cattle blood consisting of protein coagulation and drying at mild temperatures is described. The protein efficiency ratio and the food efficiency of this blood meal supplemented with isoleucine were similar to those obtained for casein. Fortification of commercial blood meal with isoleucine did not improve much its quality.

I N T R O D U C T I O N

Blood meal represents a protein source that has not been properly utilized in Brazil. In the slaughter houses, coagulation and drying of the blood proteins is performed at high temperatures for more than 9 h. The quality of the resulting blood meal, evidently, is lowered by this processing.

Experiments on feeding monogastric animals with blood meal showed that it is deficient in isoleucine (1-3). The deficiency symptoms did not appear when blood meal was supplemented with casein (4). The quality of blood meal was dependent on the temperature of processing (5,6).

Recibido el 18-6-76.

* This work was supported by grants from BNDE/FUNTEC-166 and from The Ford Foundation - DAP - 73 - 0820. This paper was extracted from the M.S. thesis of A.M.L. Coser.

** Present Address: Departamento de Morfologia,, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 2486 - 30000 Belo Horizonte, MG Brasil.

In this paper, a milder processing for blood is described. The nutritive value of the product and the effect of enrichment with isoleucine were evaluated.

MATERIAL AND METHODS

Commercial blood meal

Commercial blood meal was kindly supplied by Frigoríficos de Minas Geraia S. A., (FRIMISA). This is obtained by cooking the blood at over 100°C, 0.5 kg/cm² for about 9 h.

Experimental blood meal

Total bovine blood was collected at the time of bleeding and immediately fibrin was removed by vigorous shaking with a wooden stick. At the laboratory fibrin was mixed with the uncoagulated blood. Everything was cooked in an open pan until precipitation of the proteins occurred. This step usually took about 30 min. The liquid was removed and the proteins dried at 60°C for 5 h.

Chemical analysis

Moisture, total nitrogen, protein nitrogen, crude protein, real protein, ether extract, ash, and non-nitrogenous extract were determined according to methods described by AOAC (7). The methods of Spackman, Stein & Moore (8) and of Miller (9) were used for amino acid analysis and tryptophan determination, respectively. Available lysine was determined by the method of Hall, Trinder & Givens (10).

Biological evaluation

Albino rats from the laboratory colony were used. The animals, 24-25 days old, were fed commercial ration for two days. They were then divided in five homogeneous groups of six rats (three males and three females) and maintained in individual cages. The initial average weight varied between 49.2 and 52.5 g. All animals received food and water ad

Table 1

Composition of diets based on commercial and experimental blood meals and on casein

Ingredients	Diets (g/kg)				
	A	B	C	D	E
Saline mixture*	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Vitamin mixture*	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Soybean oil	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Cod liver oil	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cellulose	55.00	55.00	55.00	55.00	60.00
Starch**	671.70	671.70	656.70	656.70	670.20
Commercial blood meal	133.30	-	133.30	-	-
Experimental blood meal	-	133.30	-	133.30	-
L-Isoleucine	-	-	15.00	15.00	-
Casein***	-	-	-	-	119.10
Protein level (%)	10.62	10.69	10.76	10.77	10.75

* AOAC (7)

** Maizena, kindly supplied by Refinações de Milho, Brasil S.A.

*** NRC Reference protein (Sheffield Chemical, Norwich, N.Y.).

libitum for 28 days. Food consumption and weight gain were measured weekly.

Table 1 shows the composition of the diets which were isocaloric and isoproteic. The protein source for diets A and B were commercial and experimental blood meal, respectively. Diets C and D contained these meals supplemented with isoleucine. Casein was the protein source of diet E.

Protein efficiency ratio (PER) and food efficiency (FE) were calculated as follows:

$$\text{PER} = \frac{\text{weight gain (g)}}{\text{ingested protein (g)}}$$

$$\text{FE} = \frac{\text{weight gain (g)}}{\text{ingested food (g)}}$$

Apparent digestibility (D_{app}) was measured by adding ferric oxide (200 mg/100 g of diet), as a tracer, in the last week of the experiment. The feces were collected daily, pooled for each animal at the end of the week, dried at 105°C for 24 h, and powdered. Total nitrogen was determined and the apparent digestibility was calculated with the equation:

$$D_{\text{app}} = \frac{\text{absorbed nitrogen (g)}}{\text{ingested nitrogen (g)}} \quad (11)$$

Statistical analysis

Since the available rats showed variation in initial weight a covariance analysis for total food ingestion and weight gain was performed with the objective of eliminating the effect of such difference on the results. The following mathematical model was used (12):

$$Y_{ij} = \mu + b(X_{ij} - \bar{X})$$

and

$$Z_{ij \text{ adj}} = Z_{ij} - b (X_{ij} - \bar{X})$$

where

$Y_{ij \text{ adj}}$ = adjusted weight gain for rat i on treatment j;

Y_{ij} = weekly weight gain for rat i on treatment j;

X_{ij} = initial weight for rat i on treatment j;

\bar{X} = initial weight general mean;

b = positive effect of each gram of weight above the general mean;

$Z_{ij \text{ adj}}$ = adjusted food ingestion for rat i on treatment j;

Z_{ij} = weekly ingestion for rat i on treatment j.

The analysis of variance was made using the data corrected by the covariance analysis. The comparison between the adjusted means was made through the minimal significant difference (m.s.d.) at 5% significance level.

$$m.s.d._{\text{adj}} = t_{5\%} \cdot \frac{QME_{\text{adj}}}{n}$$

where

QME = mean square of adjusted error;

n = number of observations

RESULTS

Production of blood meal

The final product of several batches was brick-red and tasteless and represented between 21.64 and 24.61% of the blood.

Chemical composition

Table 2 shows the chemical composition of commercial and experimental blood meal. Table 3 shows the amino acid composition of both products, including the level of available

Table 2

Chemical composition of commercial and experimental blood meal

Blood meal	Moisture (%)	% of dry matter					
		Total nitrogen	Protein nitrogen	Crude Protein	Real protein	Ether extract	Ash
Commercial	3.8	14.14	12.47	88.36	77.96	0.291	2.320
Experimental	5.7	14.20	12.72	88.80	79.53	0.477	3.107

Table 3

Amino acid composition of commercial and experimental blood meal
(g/100g)

Aminoacids	Commercial blood meal	Experimental blood meal
Lysine	7.32	7.29
Available lysine	3.46	5.42
Histidine	4.66	4.72
Arginine	3.63	3.42
Aspartic acid	7.74	7.43
Threonine	3.20	3.12
Serine	4.10	4.23
Glutamic acid	7.76	7.76
Proline	3.06	2.88
Glycine	2.54	2.88
Alanine	5.16	5.56
Valine	5.97	5.88
Methionine	0.78	0.82
Cystine	0.48	0.84
Isoleucine	0.47	0.44
Leucine	10.24	10.34
Tyrosine	1.76	2.32
Phenylalanine	6.12	5.58
Tryptophan	1.56	1.48

lysine. Attention is called to the difference in available lysine which corresponds to 47.2 and 74.3% of total lysine in commercial and experimental blood meals, respectively. Cysteine level was also higher in experimental blood meal.

Biological assay

Figures 1 and 2 show the average food consumption and

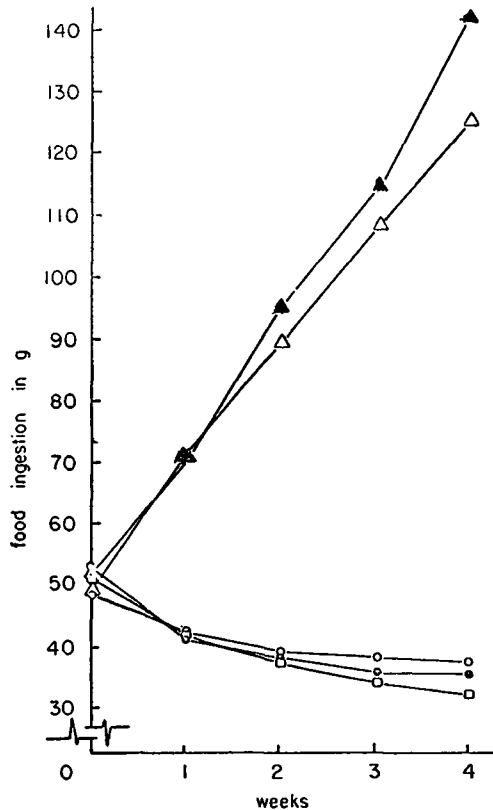
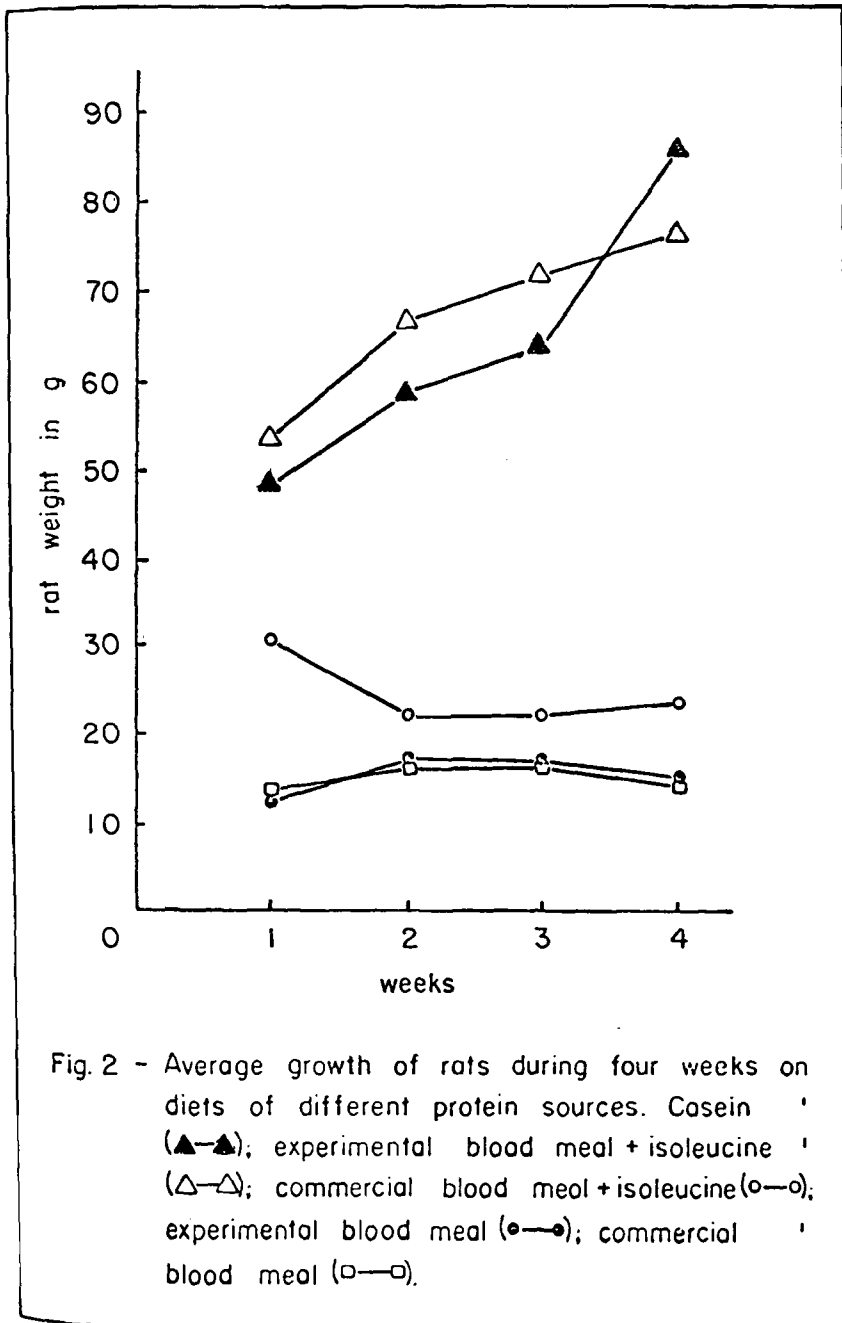


Fig. 1 - Average food ingestion of rats during four weeks on diets of different protein sources. Casein (▲-▲); experimental blood meal + isoleucine (△-△); commercial blood meal + isoleucine (○-○); experimental blood meal (●-●); commercial blood meal (□-□).



weight gain, respectively, for the five groups of animals. The food consumption and weight gain were very poor in both diets based on commercial blood meal and on diet based on unsupplemented experimental blood meal. In the diet containing experimental blood meal fortified with isoleucine, however, the food consumption and weight gain were similar to the diet based on casein. In these two diets there was a correlation between food consumption and weight gain.

Table 4 shows weight gain, food consumption, food ef-

Table 4

Weight gain, food ingestion, food efficiency, protein efficiency ratio (PER) and apparent digestibility (Dapp) for diets whose protein source was commercial and experimental blood meal and casein. The figures represent the average of six rats (three males and three females).

Diets	Initial weight g.S.D.	Weight gain g.S.D.	Food ingestion g.S.D.	Food efficiency %S.D.	PER %S.D.	Dapp %S.D.
A	51.2 ± 4.54	-19.01 ± 4.34	60.31 ± 12.0	-0.308 ± 0.06	-3.012 ± 0.254	73.6 ± 0.36
B	52.5 ± 4.89	-18.76 ± 5.09	59.78 ± 10.1	-0.314 ± 0.082	-2.945 ± 0.581	91.2 ± 1.70
C	49.2 ± 4.02	-11.11 ± 5.90	100.01 ± 14.2	-0.113 ± 0.052	-1.092 ± 0.308	82.4 ± 3.66
D	49.6 ± 5.90	76.35 ± 22.68	268.99 ± 48.1	0.284 ± 0.036	2.639 ± 0.145	90.8 ± 1.89
E	51.5 ± 4.76	86.34 ± 29.07	235.16 ± 47.8	0.331 ± 0.056	3.080 ± 0.526	85.8 ± 4.09

Diet A - commercial blood meal as protein source
 Diet B - experimental blood meal as protein source
 Diet C - commercial blood meal + isoleucine as protein source
 Diet D - experimental blood meal + isoleucine as protein source
 Diet E - standard casein as protein source

* Non adjusted data

iciency, protein efficiency ratio, and apparent digestibility for the five diets. There is no significant difference ($p > 0.05$) between diets based on casein and isoleucine supplemented experimental blood meal for all variables measured. There is difference between these two and the other three diets. Nonsupplemented experimental and commercial blood meals showed no statistically significant difference. Concerning digestibility, there are significant differences between diets based on supplemented and non-supplemented blood meals and on supplemented commercial and experimental blood meals.

DISCUSSION

The results show that processing blood under milder conditions improves its nutritive value when supplemented with isoleucine. Blood meal is deficient in isoleucine, since hemoglobin, its main protein, does not contain this amino acid.

Processing affects the protein quality of foods, specially when it is done by heat (13). There are evidences for methionine (14,15), lysine (16), and leucine and tryptophan (17) destruction or blocking in proteins, making them nutritionally unavailable.

A noticeable difference between commercial and experimental blood meal was the level of available lysine which represented 47.2 and 74.3%, respectively, of the total lysine content. Lysine, probably, is the most sensitive amino acid during processing. Dvorak et al. (18) showed that a three month storage of blood meal reduced the level of available lysine to 24% of the original lysine present.

The digestibility of blood meal depends on the temperature of processing (19). This would explain why the experimental blood meal had a better digestibility than the commercial one.

Experimental and commercial blood meal, without supplementation, showed negative values for protein efficiency ratio and food efficiency, with no significant difference between them. Isoleucine supplementation improved the nutritive value of both products. However the results were more dramatic for the experimental blood meal. In the latter case, the nutritional value was nearly the same of casein.

Among the reasons for the better quality of fortified experimental blood meal when compared with fortified commercial blood meal, one should point out: (i) the low digestibility of commercial blood meal; (ii) the marked difference in available lysine.

The results showed that a milder processing in the preparation of blood meal improves, markedly its nutritive value when supplemented with isoleucine. The temperature of processing used does not exclude the possibility of contamination by microorganisms, since spores resist boiling for 30 min. This work shows, however, that a milder temperature may be found so that the resulting product will be more nutritious and at the same time bacteriologically safe.

Research on that line are under way in this laboratory.

R E S U M O

Descreve-se um processamento para farinha de sangue bovina que consiste em coagulação e secagem das proteínas a temperaturas mais brandas. Os valores do coeficiente de utilização proteica e da eficiência alimentar da farinha experimental suplementada com isoleucina foram semelhantes aos obtidos com caseína. Fortificação da farinha de sangue comercial com isoleucina não melhorou muito sua qualidade.

B I O G R A P H Y

1. Grau, C. R. & H. J. Almquist. Beef blood proteins in chick. *Poultry Sci.*, 23: 486-490, 1944.
2. Poppe, S., H. Meier & H. Kristen. Über den biologischen Wert einiger Futterproteine bei Kühen. 3. Tierische. Futterstoffe. *Arch. Geflügelzucht. Kleintierk.*, 17: 93-104, 1968.
3. Becker, D. F., I. D. Smith, S. W. Terrill, A. H. Jensen & H. W. Norton. Isoleucine need of swine at two stages of development. *J. Animal Sci.*, 22: 1093-96, 1963.
4. Baars-Diehl, S. Fütterungsversuche an wachsenden Ratten mit Tierkörper-und Blutmenhnen. *Deutsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 75: 279-281, 1968.
5. Miller, W. C. Low temperature blood meals as a source of essential amino acids for nutritive purposes. *Vet. Rev.*, 16: 311-316, 1936 (*Nutr. Abstr. Rev.*, 6: 1183, 1936-37).
6. Moegle, E. Herstellung von Blutmehl (in Württemberg). *Z. Fleisch. Milchhyg.*, 46: 400-402, 1936.
7. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the OAC, 11th ed., Washington, D. C. The Association, 1970, 1015 pp.
8. Spackman, O. H., W. H. Stein & S. Moore. Automatic recording

- apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**: 1190-206, 1958.
9. Miller, E. L. Determination of the tryptophan content of feeding stuffs with particular reference to cereals. *J. Sci. Food Agric.*, **18**: 281-286, 1967.
 10. Hall, R. J., N. Trinder & D. I. Givens. Observations on the use of 2, 4, 6 - trinitrobenzenesulphonic acid for the determination of available lysine in animal protein concentrate. *Analyst*, **98**: 673-686, 1973.
 11. National Academy of Sciences - National Research Council. Evaluation of Protein Quality, NAS-NRC, Publ. 1100, Washington, D. C., 1963, 74 pp.
 12. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Statistical Methods*. Iowa State University Press, 6th ed., 593 pp.
 13. Evans, R. & H. A. Butts. Studies on the heat inactivation of lysine in soybean oil meal. *J. Biol. Chem.*; **175**: 15-20, 1948.
 14. Horn, M. J., H. Lichtenstein & M. Womack. Availability of amino acids. A Methionine-fructose compound and its availability to microorganisms and rats. *J. Agric. Food Chem.*, **16**: 741-745, 1968.
 15. Lindsay, R. C. & V. K. Lau. Reaction of glucose and methionine. *J. Food Sci.*, **37**: 787-788, 1972.
 16. Carpenter, K. J. & B. E. March. The availability of lysine in groundnut biscuits used in the treatment of kwashiorkor. *Brit. J. Nutr.*, **15**: 403-409, 1961.
 17. Sgarbieri, V. C., J. Amaya, M. Tanaka & C. O. Chichester. Nutritional consequences of the Maillard reaction. Amino acid availability from fructose-leucine and fructose-tryptophan in the rat. *J. Nutr.*, **103**: 657-663, 1973.
 18. Dvorak, A., I. Vognarová, A. Havelková & Z. Hold. Availability of lysine from meat bone and meat meal. *Zivoc. Vyr.*, **10**: 341-346, 1965 (*Nutr. Abstr. Rev.*, **35**: 5454, 1965).
 19. Honcamp, F., C. Eichler, M. Sachsse & H. Ch. Schulz. Untersuchungen über die Verdaulichkeit vom Blutmehl, Fleischmehl, und Fleischmehlabbfälle, Tierkörpermehl sowie Walmehl und Waltierabfällen. *Z. Zücht. B. Tierzücht. Züchtungsbiol.*, **25**: 415-441, 1932.

ACKNOWLEDGEMENTS - The technical help of Maria E. Morais and the assistance in the statistics of Dr. Ivan B. Sampaio, are greatly acknowledged.

EFFECTO DE LAS DIARREAS SOBRE EL RETARDO EN CRECIMIENTO FISICO DE NIÑOS GUATEMALTECOS^{1,2}

Reynaldo Martorell,³ Aaron Lechtig,³ Charles Yarbrough,³ Hernán Delgado³ y Robert E. Klein³

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, C. A.**

R E S U M E N

Se investigó la relación entre días con diarrea y velocidad en crecimiento físico, en peso, y en talla, en 716 niños de 0 a 7 años de edad del área rural de Guatemala. La información relativa a diarrea se recolectó mediante entrevistas quincenales a la madre, mientras que los incrementos en crecimiento se obtuvieron semestralmente a partir de 0 a 48 meses, y anualmente de 48 a 84 meses de edad. Los resultados, que se basan en dos años de datos recolectados, indican que a mayor número de días con diarrea corresponde menor crecimiento en términos de talla y peso. Se estima que la diarrea podría explicar alrededor del 10% del retardo en crecimiento observado en esta población.

I N T R O D U C C I O N

Las enfermedades diarreicas constituyen uno de los principales problemas de salud pública en los países en vías de desarrollo. Esto se debe a alta endemicidad (1, 2) y a que

Recibido el 25-9-76.

1. Trabajo presentado en el XLI Congreso Internacional de Americanistas que se celebró en México, D.F., México, del 2 al 7 de septiembre de 1974.
2. Esta investigación fue financiada por el Instituto Nacional de Salud del Niño y Desarrollo Humano, Institutos Nacionales de Salud (NIH), Bethesda, Maryland, E.U.A. (Contrato N° N01-HD-6-0640).
3. Miembros de la División de Desarrollo Humano, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Publicación INCAP. E-919.

constituyen la primera causa de muerte en niños menores de 5 años (3, 4). El siguiente ejemplo ilustra la magnitud del problema. Se estima que, en Guatemala, por cada 100.000 niños de 1 a 4 años de edad mueren 500 por diarrea, en tanto que en los Estados Unidos y el Canadá esta cifra es menor de tres (5).

Por otro lado, es un hecho conocido que los niños de bajo nivel socioeconómico de los países en desarrollo muestran un marcado retardo en crecimiento físico en comparación con aquéllos de nivel socioeconómico alto, de los mismos países (6, 7). Además, estos últimos crecen a un ritmo similar al determinado en niños de países desarrollados (8). Esto indica que los factores que producen el retardo en crecimiento físico en el Tercer Mundo son principalmente de orden ambiental y no genéticos. Entre los factores ambientales podemos considerar la nutrición y las infecciones, en especial las diarreas.

En este trabajo enfocamos la relación entre diarrea y crecimiento físico con dos objetivos básicos:

1. ¿Cuál es la asociación entre días con diarrea y crecimiento físico?
2. ¿Qué porcentaje del retardo en crecimiento físico durante los primeros 7 años de vida es debido a diarrea?

M A T E R I A L E S

Para responder a estas interrogantes, utilizamos datos de un estudio longitudinal del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (9). Este estudio, cuyo propósito fundamental es investigar la relación entre desnutrición y desarrollo físico y mental, se lleva a cabo en cuatro pequeñas aldeas ladinas del área rural de Guatemala.

Los habitantes de estas comunidades son pobres, y su principal fuente de trabajo es la agricultura. La dieta básica consiste de maíz y frijol, y es deficiente en proteínas y calorías. Las viviendas son de adobe, con piso de tierra y techo de paja, y carecen de agua potable y letrinas. En resumen, éstas son aldeas campesinas en las que tanto la desnutrición crónica como las enfermedades infecciosas son endémicas.

La muestra analizada en el presente estudio incluye 716

niños de 15 días a 7 años de edad seguidos durante un período de dos años (julio de 1970 - mayo de 1972). La talla y el peso de estos niños se obtuvo a edades fijas mediante técnicas cuidadosamente estandarizadas. Los datos referentes a diarrea fueron recolectados por medio de entrevistas quincenales efectuadas a la madre para determinar la morbilidad del niño.

En resumen, y como lo muestra el Cuadro 1, se estudiaron once intervalos de edad, los primeros ocho, sobre bases semestrales (de 15 días a 48 meses de edad), y los últimos tres sobre bases anuales (de 48 a 84 meses de edad). Durante el período de dos años de estudio, se recolectaron datos sobre más de un intervalo de edad para muchos de los 716 niños. En total se pudo investigar la relación entre diarrea y crecimiento para 1,343 intervalos de edad (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

En primer lugar, investigamos la existencia de una asociación entre días con diarrea y crecimiento físico. Con este objeto, las variables han sido tratadas mediante análisis que utilizan tanto categorías como regresiones.

Para definir categorías de días con diarrea hemos examinado la distribución de diarrea por edad, según se muestra en la Figura 1. La escala vertical indica el porcentaje del tiempo con diarrea. Los días con diarrea se expresan como porcentaje, porque los grupos de edad, los cuales se detallan en la escala horizontal, fueron semestrales desde 0 a 48 meses, y anuales desde 48 a 84 meses de edad. Como puede apreciarse, el porcentaje del tiempo con diarrea es muy elevado entre los 6 y 18 meses de edad, y disminuye notablemente después conforme aumenta la edad.

En base a esta distribución se definieron las categorías de bajo y alto porcentaje de tiempo con diarrea (Cuadro 2). El grupo bajo se definió como de 0 a 5% del tiempo para las edades comprendidas entre 0 y 42 meses, y como 0% del tiempo para las edades de 42 a 84 meses. El grupo con alto porcentaje de tiempo con diarrea se definió como más del 5% del tiempo para las edades de 0 a 42 meses, y como más de 0% del tiempo para las edades de 42 a 84 meses. El número de casos por intervalos de edad y categorías de porcen-

CUADRO 1
TAMAÑO DE LA MUESTRA POR INTERVALOS DE EDAD Y CATEGORÍA
DE PORCENTAJE DE TIEMPO CON DIARREA

Intervalos de edad (meses)	Porcentaje de tiempo con diarrea		
	Grupo bajo	Grupo alto	Total
0.5 - 6	97	42	139
6 - 12	40	111	151
12 - 18	46	100	146
18 - 24	74	76	150
24 - 30	93	49	142
30 - 36	101	38	139
36 - 42	99	20	119
42 - 48	90	36	126
48 - 60	39	43	82
60 - 72	55	29	84
72 - 84	47	18	65
Total	781	562	1,343

taje de tiempo con diarrea se presenta en el Cuadro 1, observándose que dicho número oscila entre 18 y 111.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos al comparar la velocidad de crecimiento en talla de los grupos de bajo y alto porcentaje de tiempo con diarrea. Cada barra representa la siguiente diferencia: el incremento promedio en talla del grupo bajo, *menos* el incremento promedio del grupo alto. Si no hubiere diferencias significaría que la diarrea no afecta el crecimiento. Si las diferencias fuesen positivas ello indicaría que el porcentaje de tiempo con diarrea se asocia con retardo en crecimiento. Por último, si las di-

CUADRO 2

DEFINICION DE GRUPOS DE BAJO Y ALTO PORCENTAJE DE TIEMPO
CON DIARREA

Grupos de edad	Porcentaje de tiempo con diarrea*	
	Grupo bajo	Grupo alto
Desde 0-6 a 36-42 meses	0 - 5	> 5
De 42-48 a 72-84 meses	0	> 0

* Porcentaje de tiempo con diarrea = (número de días con diarrea/número de días a riesgo en el periodo) x 100.

ferencias fuesen negativas, esto querría decir que la diarrea se asocia con mejor crecimiento. Según revela esta Figura, se hicieron 11 comparaciones de este tipo, una por cada grupo de edad. De esas 11 comparaciones, la diferencia fue po-

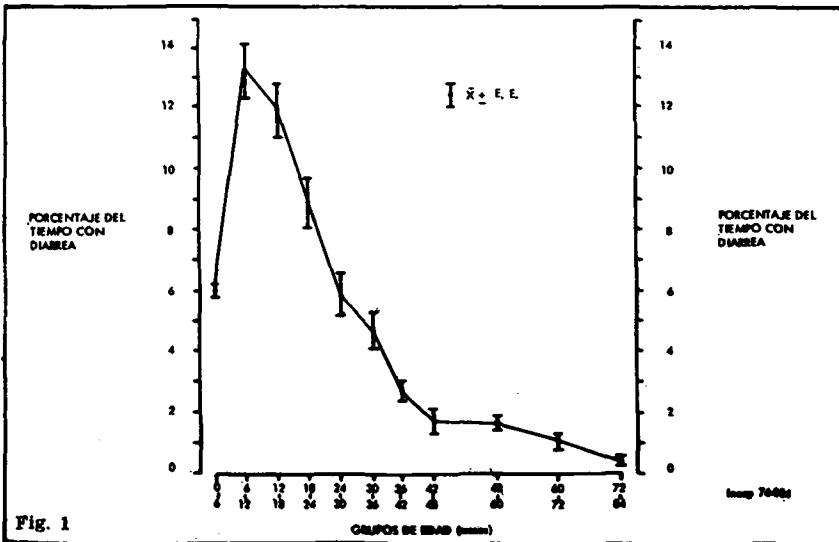
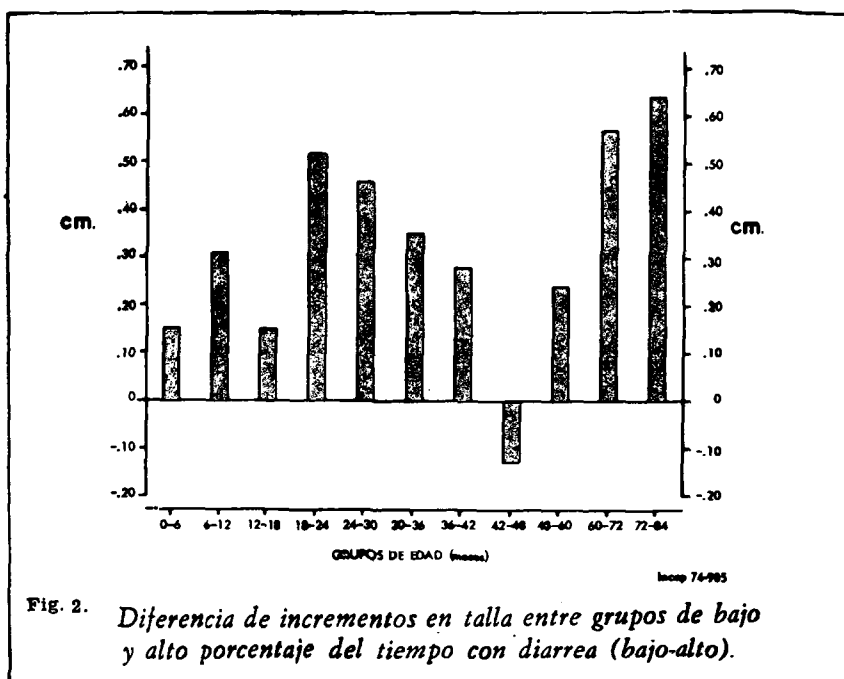


Fig. 1

Porcentaje del tiempo con diarrea por edades.



sitiva en 10 de ellas, y en una fue negativa. Es evidente, por lo tanto, que el grupo con menor número de días con diarrea creció mejor en talla que el grupo con mayor número de días con diarrea. Hemos encontrado resultados similares al hacer las mismas comparaciones en términos de incrementos de peso. Los análisis de varianza mostraron que estas diferencias son altamente significativas tanto para talla ($p < 0.005$) como para peso ($p < 0.025$) y que esta asociación es independiente de edad, sexo y aldea. Se estima que si un niño experimentara un bajo porcentaje de tiempo con diarrea durante los primeros 7 años de vida, crecería 3.5 cm más en talla y 1.5 kg más en peso que si consistentemente sufriera de diarrea durante un alto porcentaje del tiempo.

También hemos investigado la asociación entre días con diarrea y crecimiento en talla y en peso por medio de regresiones (Cuadro 3). En estos análisis la variable independiente fue días con diarrea, y la variable dependiente incrementos en talla o en peso. Se observa que existe una relación negativa y significativa entre estas dos variables, es decir, que

CUADO 3
RELACION ENTRE DIAS CON DIARREA Y CRECIMIENTO
EN TALLA Y EN PESO

	Velocidad de crecimiento físico	
	Talla	Peso
Coefficiente de regresión ($b \pm E.E.$)*	-0.083 ± 0.028 mm/día	-4.4 ± 1.7 g/día
Probabilidad (p)	0.005	0.01

* Promedio de los coeficientes de regresión de 11 grupos de edad.

a mayor número de días con diarrea corresponde menor velocidad de crecimiento en talla y en peso.

En conclusión, tanto los análisis de categorías como los análisis de regresión, evidencian que los niños con mayor número de días con diarrea mostraron menor velocidad de crecimiento en talla y en peso. Este hecho sugiere que la diarrea es un determinante de importancia en el retardo en crecimiento físico observado en estas comunidades.

La pregunta obligada que surge luego de examinar estos resultados es: ¿Qué porcentaje del retardo en crecimiento físico durante los primeros 7 años de vida se debe a diarrea? El Cuadro 4 detalla la estrategia utilizada para responder a esta interrogante. Primero, es necesario estimar el retardo atribuido específicamente a días con diarrea; éste es el numerador. En segundo lugar, se necesita conocer el retardo total en crecimiento físico de la población (denominador). El porcentaje del retardo en crecimiento asociado con enfermedades diarreicas es simplemente el numerador dividido por el denominador y multiplicado por 100.

Para estimar el numerador, o sea el retardo en crecimien-

CUADRO 4
ESTIMACION DEL PORCENTAJE DEL RETARDO EN CRECIMIENTO
ASOCIADO CON DIARREA

Numerador	Retardo en crecimiento asociado con diarrea
Denominador	Retardo total en crecimiento
Porcentaje del retardo asociado con enfermedades diarreicas	Numerador/denominador x 100%

CUADRO 5
RETARDO EN CRECIMIENTO DURANTE LOS PRIMEROS
SIETE AÑOS DE VIDA
ASOCIADO CON DIAS CON DIARREA: COMPARACION DE GRUPOS

		Crecimiento físico	
		Incrementos en talla ($\bar{X} \pm E.E.**$)	Incrementos en peso ($\bar{X} \pm E.E.**$)
A.	Grupo con baja prevalencia de diarrea	51.24 \pm 0.57 cm*	15.32 \pm 0.28 kg*
B.	Población total (grupos alto y bajo)	59.85 \pm 0.40 cm*	14.80 \pm 0.21 kg*
C.	Retardo asociado con diarrea (diferencia: A - B)	1.39 \pm 0.69 cm	0.52 \pm 0.35 kg

* Suma de incrementos promedio por edad.

** Para el cálculo del error estándar se consideró que los once incrementos eran independientes. Los análisis preliminares demuestran que, de acuerdo a nuestros datos, esta asunción es correcta.

CUADRO 6

RETARDO EN CRECIMIENTO DURANTE
LOS PRIMEROS SIETE AÑOS DE VIDA
ASOCIADO CON DIAS CON DIARREA:
METODO DE REGRESION

Incrementos en:	Coefficiente de regresión		Promedio de días con diarrea (0 a 7 años)	Retardo asociado con diarrea
Talla	-0.083 ± 0.028 mm/día		111.42 días	0.92 ± 0.31 cm
Peso	-4.4 ± 1.7 g /día		111.42 días	0.49 ± 0.19 kg

to asociado con días con diarrea, utilizamos dos técnicas diferentes:

1) El Cuadro 5 ilustra la primera técnica cuyo principio básico radica en estimar las diferencias en velocidad de crecimiento entre el grupo con bajo porcentaje de tiempo con diarrea y la población total. Estas diferencias estiman cómo sería el crecimiento de la población total si el número de días con diarrea fuese bajo. El resultado se presenta al final del mismo Cuadro, e indica que el retardo en crecimiento asociado con diarrea sería de 1.4 cm en talla y de 0.5 kg en peso para los primeros siete años de vida.

2) La segunda estimación del numerador, es decir, del retardo asociado con diarrea, se muestra en el Cuadro 6. Esta se obtiene multiplicando el coeficiente de regresión de la relación entre días con diarrea y crecimiento por el promedio de días con diarrea notificado durante los primeros siete años de vida, o sea 111.42 días. El resultado de esta segunda estimación indica que el retardo en crecimiento físico asociado con días con diarrea sería de 1 cm en talla y de 0.5 kg en peso.

En resumen, los resultados de las dos técnicas utilizadas para estimar el retardo en crecimiento físico asociado con días con diarrea, rinden valores muy similares.

Para estimar el denominador, o sea el retardo total, restamos la velocidad de crecimiento físico de la población bajo estudio de lo informado para una población de niños bien

nutridos de Denver, E.U.A. (10). La premisa básica de este análisis es que las diferencias en crecimiento entre ambas poblaciones se deben fundamentalmente a factores ambientales y no a factores genéticos (8,11). Esta asunción ha sido documentada por datos dados a conocer en una publicación reciente (12) que muestra que niños ladinos guatemaltecos de alto nivel socioeconómico tienen, a los siete años de edad, tallas muy similares y pesos ligeramente mayores que los niños de Denver (10). El Cuadro 7 muestra el crecimiento esperado bajo condiciones óptimas, el cual lo determina el de niños de Denver, E.U.A. (10), el crecimiento real de la población bajo estudio, y las diferencias entre el crecimiento esperado y el crecimiento real. Estas diferencias, que son

CUADRO 7
RETARDO TOTAL EN CRECIMIENTO DURANTE LOS PRIMEROS
SIETE AÑOS DE VIDA

	Crecimiento total	
	En talla	En peso
A. Crecimiento esperado*	73.67 cm	20.06 kg
B. Crecimiento real**	60.90 cm	15.12 kg
C. Retardo total (Diferencias: A - B)	12.77 cm	4.94 kg

* Suma de incrementos de 0 a 7 años de niños de Denver (Hansman, 1970) (10).

** La suma de incrementos de la población total bajo estudio, de 15 días a 7 años, fue de 59.85 cm y 14.80 kg (Cuadro 5). A esta suma se le agregó el crecimiento desde el nacimiento a los 15 días observado en nuestra población (1.05 cm y 0.32 kg) con miras a equiparar las poblaciones de Denver y Guatemala.

CUADRO 8
PORCENTAJE DEL RETARDO EN CRECIMIENTO DURANTE
LOS PRIMEROS SIETE AÑOS DE VIDA
QUE SE ASOCIA CON DÍAS CON DIARREA

Método	Talla	Peso
Comparación de grupos (bajo-total)	10.9 ± 5.4	10.8 ± 7.0
Regresión	7.2 ± 2.4	9.9 ± 3.9

del orden de 13 cm en talla y de 5 kg en peso, estiman el retardo total en las comunidades bajo estudio.

El Cuadro 8 presenta los resultados encontrados al expresar el numerador —el retardo específicamente asociado con diarrea— como un porcentaje del denominador, o sea el retardo total en la población. Aun cuando las técnicas para estimar el numerador se basan en premisas diferentes, es evidente que en ambos casos la estimación del porcentaje del retardo en crecimiento asociado con diarrea es del mismo orden de magnitud: alrededor del 10% en peso y en talla.

Los resultados de este estudio concuerdan con los hallazgos de otros investigadores en países en vías de desarrollo (13), en el sentido de que entre la prevalencia de diarrea y la velocidad de crecimiento existe una asociación negativa. Sin embargo, en el presente trabajo hemos ido más lejos al tratar de estimar el porcentaje de retardo en crecimiento físico asociado con diarrea. El hecho de que la diarrea explique solamente el 10% del retardo, deja la incógnita sobre cuáles otros factores ambientales serían los responsables del 90% restante. Al respecto debemos notar, en primer lugar, que nuestro estudio probablemente subestima el verdadero impacto de las diarreas debido al grado de error metodológico, no tanto en antropometría (14) sino más bien en la

encuesta de morbilidad (13, 15). En segundo lugar, otras investigaciones en los mismos niños indican que un incremento de la ingesta calórica podría explicar, como mínimo, alrededor del 50% del retardo en crecimiento físico (16).

Por último, existe una variedad de otros factores infecciosos que podrían incidir sobre el crecimiento al igual que un sinnúmero de otros factores ajenos a la nutrición y morbilidad y que no se consideran en el presente trabajo.

De igual manera, otra pregunta importante que tampoco consideramos en nuestro estudio es la de cuáles son los mecanismos por los que la diarrea afecta el crecimiento. La disminución en la ingesta ocasionada por la anorexia que acompaña a muchos procesos infecciosos, la respuesta metabólica producida al "stress" de los mismos procesos, y los patrones culturales que influyen en el régimen de alimentación al que se somete al niño con diarrea, indudablemente son algunos de esos factores.

En consecuencia, una línea futura de investigación podría ser el estudio de la importancia relativa de los diversos mecanismos por cuyo medio los procesos infecciosos limitan el crecimiento.

CONCLUSIONES

En resumen, consideramos que existe una relación inversa entre días con diarrea y velocidad de crecimiento físico en talla y en peso. Esta asociación es de tal magnitud que permitiría explicar alrededor del 10% del retardo en crecimiento físico en esta población.

Las conclusiones citadas brindan soporte a la tesis de que el retardo en crecimiento físico de poblaciones de países en vías de desarrollo se debe fundamentalmente a factores ambientales. Creemos que la adopción de medidas de salud pública orientadas específicamente a disminuir la prevalencia de diarrea a través de saneamiento ambiental y atención médica adecuados, producirán un mejoramiento importante del crecimiento físico de estas poblaciones. Consideramos que, a su vez, esto redundará en una población biológicamente mejor preparada para alcanzar un mayor desarrollo social y económico.

SUMMARY**Effect of diarrheal diseases on growth retardation in preschool children from Guatemala.**

The relationship between days ill with diarrhea and growth velocities in height and weight was investigated in 716 children from rural Guatemala, ranging in age from 0 to 7 years. Information regarding diarrheal diseases was obtained through biweekly interviews of mothers. Increments studies were semestral from 0 to 48 months and annual from 48 to 84 months of age. The results, based on two years of data collection, show that the greater the percent of time ill with diarrhea, the smaller the increments in height and weight. It was estimated that diarrheal diseases explain around 10% of the growth retardation observed in this population.

B I B L I O G R A F I A

1. Ghai, O. P., V. Seth & V. N. Jaiswal. Morbidity pattern in children under five in a rural community in Haryana. *Indian Pediat.*, 3: 385-387, 1971.
2. Marsden P. H. The Sukuta project. A longitudinal study of health in Gambian children from birth to 18 months of age. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 58: 455-489, 1964.
3. Gordon, J. E., I. D. Chitkara & J. B. Wyon. Weanling diarrhea. *Am. J. Med. Sci.*, 245: 345-372, 1963.
4. Puffer, R. R. & C. V. Serrano. Características de la mortalidad urbana. En: *Informe de la Investigación Interamericana de la Mortalidad en la Niñez*. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1973. (Publicación Científica N° 262).
5. Béhar, M. Gastroenterología y Nutrición. *Bol. Asoc. Med. Puerto Rico*, 62: 260-268, 1970.
6. Villarajos, V. M., J. A. Osborne, F. J. Payne & G. J. A. Argüedas. Heights and weights of children in urban and rural Costa Rica. *J. Trop. Pediat.*, 17: 31-43, 1971.
7. Luna Jaspe, G. H., J. Ariza Macías, R. Rueda-Williamson, J. A. Mora Parra & F. Pardo Téllez. Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12,138 niños de Bogotá, Colombia. II. El crecimiento de niños de dos clases socio-económicas durante sus primeros seis años de vida. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 151-165, 1970.
8. Habicht, J-P., R. Martorell, C. Yarbrough, R. M. Malina & R. E. Klein. Height and weight standards for preschool children: Are there really ethnic differences in growth potential? *Lancet*, 1: 611-615, 1974.
9. Klein, R. E., J-P. Habicht & C. Yarbrough. Some methodological problems in field studies of nutrition and intelligence. En: *Nutrition Development and Social Behavior*. D. J. Kallen (Ed.). Washington,

- D. C., U. S. Government Printing Office, 1973, p. 61-75. (DHEW Publication N° (NIH)73-242).
10. Hansman, C. Anthropometry and related data. En: **Human Growth and Development**. R. W. McCammon (Ed.). Springfield, Ill., Charles C. Thomas Publishers, 1970, p. 101-154.
 11. Martorell, R., A. Lechtig, J-P. Habicht, C. Yarbrough & R. E. Klein. Normas antropométricas de crecimiento físico para países en vías de desarrollo: nacionales o internacionales. **Bol. Of. San. Pan.**, **79**: 525-529, 1975.
 12. Johnston, F. E., M. Bordon & R. B. MacVean. Height, weight, and their growth velocities in Guatemalan private school children of high socioeconomic class. **Human Biol.**, **45**: 627-641, 1973.
 13. Martorell, R., J-P. Habicht, C. Yarbrough, A. Lechtig, R. E. Klein & K. A. Western. Acute morbidity and physical growth in rural Guatemalan children. **Am. J. Dis. Child.**, **129**: 1296-1301, 1975.
 14. Martorell, R., J-P. Habicht, C. Yarbrough, G. Guzmán & R. E. Klein. The identification and evaluation of measurement variability in the anthropometry of preschool children. **Am. J. Phys. Anthropol.**, **43**: 347-352, 1975.
 15. Martorell, R., J. P. Habicht, C. Yarbrough, A. Lechtig & R. E. Klein. Underreporting in fortnightly recall morbidity surveys. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Health**, **22**: 129-134, 1976.
 16. División de Desarrollo Humano del INCAP. Nutrición, crecimiento y desarrollo. **Bol. Of. San. Pan.**, **78**: 38-51, 1975.

FORMULACION Y EVALUACION DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA PREDICCION DE PERDIDAS DE NUTRIENTES DURANTE EL PROCESAMIENTO TERMICO DE ALIMENTOS ENLATADOS

José A. Barreiro Méndez, George R. Salas, Irma Herrera Morán,*

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar - Apartado 80.659
Caracas 108, Venezuela

R E S U M E N

En el presente trabajo se desarrolló un modelo matemático para la predicción de la pérdida de nutrientes, con cinética de degradación térmica de orden uno, durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados que se calientan por conducción. Este modelo es de tipo teórico, ya que no requiere datos experimentales de penetración de calor para su aplicación. Se encontró, en contraposición a otros modelos existentes, que es completamente general, ya que funciona en cualquier posible caso que se pueda presentar. El modelo fue evaluado en base a datos experimentales, encontrándose que en todos los procesos estudiados los resultados caían dentro del intervalo de 90% de confianza de los valores experimentales. Dichos resultados fueron obtenidos mediante la resolución computacional del modelo con un programa escrito en lenguaje Fortran IV, el cual tuvo una duración de dos minutos con diez segundos en una computadora PDP 11/45, siendo más eficiente desde el punto de vista computacional que otros modelos existentes.

I N T R O D U C C I O N

El procesamiento térmico de los alimentos, está dirigido

Recibido el 25-10-76.

Contribución N° 19 del Dpto. de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, U.S.B.

* Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Departamento de Matemáticas.

a la inactivación de los microorganismos y conlleva un efecto destructor en los nutrientes, enzimas y otros factores bioquímicos.

La predicción de la pérdida de nutrientes ha sido estudiada por varios autores. Stumbo (1) presentó un procedimiento basado en el concepto de esterilización másica promedio que proporciona resultados erróneos, como el aumento de la cantidad de nutrientes después del procesamiento. Posteriormente Ball y Olson (2), desarrollaron un método que emplea el concepto de las capas finitas, del cual se obtenían resultados alejados de la realidad, como demostró Hayakawa (3) al comparar este método con el desarrollado por él, el cual utilizaba el concepto del valor de esterilización másica promedio, combinado con la corrección de algunos aspectos matemáticos no considerados por los dos autores antes señalados.

El método de Stumbo (1), fue corregido y ampliado por Jen et al. (4), quienes lograron resultados satisfactorios y mejores que los que se obtenían por el método de Hayakawa (3). Este método se desarrolló para unas temperaturas fijas del agua de enfriamiento y del producto después de enfriado las cuales se utilizaron para el cálculo de los valores $f_h/U:g$ en los cuales se basaron los autores. Estas restricciones no corresponden al caso real donde estas temperaturas pueden ser variables. Tampoco se presentaron factores de corrección que considerasen este aspecto. Todos estos métodos requieren del conocimiento de los valores j y f_h (para esta nomenclatura consúltese a Stumbo (5)), por lo que se hace necesario estimarlos de las curvas experimentales de penetración de calor.

Teixeira et al. (6), desarrollaron un modelo completamente teórico, que utilizaba un procedimiento de diferencias finitas para la resolución de la ecuación del calor. Aunque el modelo es completamente teórico tiene la restricción de que la temperatura final del producto enlatado, después de procesado, debe ser inferior a la temperatura inicial de éste. Esta restricción no es válida en general, por ejemplo, no lo es en el caso bastante corriente de que el producto sea envasado a temperatura ambiente y se desee que su temperatura final, después del enfriamiento, sea 50 °C, con el fin de evitar la corrosión externa de las latas; o en el caso en que el pro-

ducto sea envasado en frío y la temperatura del agua de enfriamiento no permita, por simples consideraciones termodinámicas, enfriar el producto por debajo de la temperatura de ésta, para alcanzar una temperatura final inferior a la inicial. Esta restricción le resta generalidad al método, ya que lo hace inaplicable en muchos casos prácticos.

Recientemente Teixeira et al. (7), realizaron una evaluación experimental de los métodos de Teixeira et al. (6), y Jen et al. (4), concluyendo que ambos métodos arrojan resultados satisfactorios, dentro del intervalo de 90% de confianza de los valores medios experimentales.

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de un modelo matemático para la predicción de la pérdida de nutrientes, con cinética de degradación de orden uno, durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados que se calienten por conducción, que sea de tipo teórico, completamente general, que proporcione resultados satisfactorios comparables al mejor de los modelos teóricos existentes (Teixeira et al.) y sea más eficiente desde el punto de vista computacional.

FORMULACION DEL METODO

Consideraciones Básicas

Con el fin de alcanzar los objetivos señalados, se desarrolló un modelo que considera la resolución analítica de la ecuación del calor en coordenadas cilíndricas, tanto durante el período de calentamiento como en el de enfriamiento, del proceso de esterilización convencional de alimentos enlatados. Las ecuaciones tiempo-temperatura, así obtenidas, se relacionaron con las de cinética para la obtención del modelo. Conceptualmente, la resolución analítica de la ecuación del calor, tiene ventajas sobre la resolución por diferencias finitas, ya que no se presentan las restricciones en cuanto a la generalidad del método que se anotaron en el modelo de Teixeira et al. (6) y en principio se pueden obtener resultados más exactos, debido a que las ecuaciones son exactas desde el punto de vista matemático, en comparación con el método numérico de las diferencias finitas, que como tal es aproximado.

Las siguientes consideraciones fueron hechas para el desarrollo del modelo:

a) La transferencia de calor en el interior del producto enlatado se realiza por conducción.

b) El producto se encuentra envasado en latas (cilindros finitos) de radio a y altura $2l$, ocurriendo transferencia de calor tanto en la superficie cilíndrica, como en las tapas superior e inferior.

c) La difusividad térmica del producto es constante durante los períodos de calentamiento y enfriamiento.

d) La temperatura inicial del producto V_0 y la concentración inicial del nutriente en éste, C_0 , son constantes y su distribución uniforme en todo el producto.

e) Durante el período de calentamiento, la temperatura superficial del producto enlatado es constante e igual a la temperatura del medio de calefacción. Esta suposición implica un coeficiente infinito (o en la práctica muy grande) de transferencia de calor y una resistencia térmica del envase muy pequeña.

f) La resistencia térmica del envase metálico es despreciable en comparación con la del producto.

g) Durante el período de enfriamiento con agua, la temperatura del medio de enfriamiento (TAF) permanece constante, siendo la temperatura de la superficie del producto igual a la del medio de enfriamiento. Esta suposición implica los mismos hechos señalados en e).

h) Al comenzar el período de enfriamiento existe una distribución de la temperatura $f(r, z)$ en el interior del envase.

i) La cinética de la degradación térmica del nutriente analizado es de primer orden y la constante de velocidad de la reacción sigue la ecuación de Arrhenius.

j) La degradación del nutriente durante el tiempo de ajuste inicial en los períodos de calentamiento y enfriamiento, es despreciable en relación a la que ocurre durante el tiempo total de procesamiento.

Consideraciones Cinéticas sobre la Cantidad Remanente de Nutriente en un Punto Cualquiera del Envase

Una gran cantidad de nutrientes, especialmente vitami-

nas y aminoácidos, así como microorganismos, enzimas y factores de color, presentan cinética de degradación térmica de orden uno. En este caso debe cumplirse la relación

$$d C(r,z,t)/d t = - k_1 C(r,z,t) \quad (1)$$

La constante de velocidad de la reacción k_1 es función de la temperatura $V_i(r,z,t)$. Si esta dependencia cumple con la ecuación de Arrhenius, se puede demostrar que

$$k_1 = \ln 10 /DO \cdot 10^{((250 - V_i(r,z,t)) /ZO)} \quad (2)$$

Substituyendo (2) en (1) y operando:

$$d C(r,z,t)/dt = (-\ln 10/DO) \exp ((V_i(r,z,t) - 250)/(ZO/\ln 10)) \cdot C(r,z,t) \quad (3)$$

Separando variables e integrando entre los límites C_0 y $C(r, z, t)$ y 0 y θ , se tiene,

$$C(r,z,t)/C_0 = \exp \left\{ - (\ln 10/DO) \int_0^\theta \exp((V_i(r,z,t) - 250)/(ZO/\ln 10)) dt \right\} \quad (4)$$

siendo $C(r,z,t)/C_0$ la fracción de nutriente que permanece sin degradar en un punto del envase de coordenadas (r,z) a un tiempo θ después de comenzado el procesamiento.

La ecuación (4) representa el modelo para la predicción de la cantidad remanente de nutriente en cualquier punto del envase, después de un tiempo de procesamiento θ y es válida tanto para el período de calentamiento como para el de enfriamiento del producto enlatado.

Predicción de la Temperatura durante el Período de Calentamiento ($\theta \leq t_{ic}$)

La ecuación para la predicción de la temperatura en cualquier punto del envase cilíndrico durante el período de calentamiento fue indicada por Carslaw y Jaeger (8):

$$V_1(r,z,t) = \frac{8}{\pi a} \sum_{\mu} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{J_0(\mu r)}{(2n+1)\mu J_1(\mu a)}$$

$$\text{sen} \left\{ \frac{(2n+1)\pi}{2l}(z+1) \right\}.$$

$$\exp \left\{ -\alpha \left(\mu^2 + \frac{(2n+1)^2 \pi^2}{4l^2} \right) t \right\} \quad (5)$$

siendo μ las raíces de la ecuación

$$J_0(\mu a) = 0 \quad (6)$$

Esta ecuación supone las siguientes condiciones iniciales y de borde:

$$V_1(r,z,0) = 1 \quad (7) \quad \text{(la temperatura inicial del producto es constante e igual uno)}$$

$$V_1(a,z,t) = 0 \quad (8) \quad \text{(la temperatura de la superficie del producto, ya sea en la superficie cilíndrica o en las tapas superior e inferior es constante e igual a cero).}$$

$$V_1(r,\pm l,t) = 0 \quad (9)$$

Debido a que las condiciones reales existentes en el proceso son las siguientes:

$$V_1(r,z,0)_R = V_o, \text{ cuando } V_1(r,z,0) = 1 \quad (10)$$

$$V_1(a,z,t)_R = V_v, \text{ cuando } V_1(a,z,t) = 0 \quad (11)$$

$$V_1(r,\pm l,t)_R = V_v, \text{ cuando } V_1(r,\pm l,t) = 0 \quad (12)$$

es necesario realizar el siguiente cambio de variables para convertir los resultados que se obtienen a partir de (5) en temperaturas reales:

$$V_1(r,z,t)_R = V_1(r,z,t) (V_o - V_v) + V_v \quad (13)$$

Las condiciones de borde (8) y (9) ó (11) y (12) se cumplen durante el procesamiento térmico de alimentos enlata-

cos, debido al elevado coeficiente de transferencia de calor existente, lo cual hace que la temperatura de la superficie del producto sea prácticamente igual a la temperatura del vapor de calefacción.

Predicción de la Temperatura durante el Período de Enfriamiento ($\theta > t_{fc}$)

Aunque el enfriamiento durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados se realiza en agua, usualmente bajo condiciones de convección natural (o bajo ligera convección forzada), sin embargo, se pudo estimar que bajo las condiciones típicas reinantes en el proceso de enfriamiento, el coeficiente superficial de transferencia de calor era superior a 488 kcal/h m² °C (100 Btu/h pie²°F), lo cual hace que la temperatura de la superficie del producto se pueda considerar virtualmente igual a la del agua de enfriamiento. La ecuación que rige el proceso es la siguiente (8):

$$V_2(r,z,t) = \sum_{\mu} \sum_{n=0}^{\infty} A_{\mu,n} J_0(\mu r) \operatorname{sen} \frac{(2n+1)\pi}{2l}(z+l) \exp \left\{ -\alpha \left(\mu^2 + \frac{(2n+1)^2 \pi^2}{4l^2} \right) t \right\} \quad (14)$$

obteniéndose μ de las raíces de la ecuación

$$J_0(\mu a) = 0 \quad (15)$$

Los coeficientes $A_{\mu,n}$ vienen dados por:

$$A_{\mu,n} = \frac{8}{(2n+1)\mu J_1(\mu a)} \left\{ (V_o - V_v) \exp \left\{ -\alpha \left(\mu^2 + \frac{(2n+1)^2 \pi^2}{4l^2} \right) t_{fc} \right\} + (V_v - TAF) \right\} \quad (16)$$

La distribución de temperatura al final del período de ca-

lentamiento ($t = t_{fc}$) en general no es uniforme, pudiéndose expresar como una función $f(r,z)$. Esta distribución inicial de temperatura en el período de enfriamiento debe ser igual a la distribución existente al final del período de calentamiento y por consiguiente vendrá dada por la ecuación (5) con $t = t_{fc}$, siendo entonces la condición inicial de la ecuación (14):

$$V_2(r,z,0) = f(r,z) \quad (17)$$

Las condiciones de borde que se emplearon, implican que el coeficiente de transferencia de calor superficial es elevado y que el medio de enfriamiento se encuentra a temperatura cero.

Debido a que el medio de enfriamiento no se encuentra, en general, a una temperatura de cero, se hace menester realizar el siguiente cambio de variables, con el fin de obtener la temperatura real, a partir del valor dado por la ecuación (14):

$$V_2(r,z,t)_R = V_2(r,z,t) + TAF \quad (18)$$

Modelo para la Degradación Promedio de Nutriente en el Envase

Una vez que se conocen las temperaturas en cualquier punto del envase $V_i(r,z,t)$ ($i = 1$ para el período de calentamiento e $i = 2$ para el de enfriamiento), calculadas a partir de las ecuaciones (5), en el caso de $V_1(r,z,t)$ para $\theta \leq t_{fc}$ (período de calentamiento) y (14), en el caso de $V_2(r,z,t)$, para $\theta > t_{fc}$ (período de enfriamiento), es posible introducirlas en la ecuación (4) para calcular la fracción remanente de nutriente en cualquier momento del procesamiento en un punto cualquiera del envase.

Al final del período de calentamiento ($\theta = t_{fc}$) existe un perfil de concentración de nutrientes creciente, desde los bordes de la lata hacia el centro de ésta. Por consiguiente, cada punto del envase tendrá una concentración $C(r,z,t_{fc})$, al comenzar el período de enfriamiento. Debido a esto, la concentración inicial de nutriente en cada punto del producto, al comenzar el período de enfriamiento será variable. Este hecho debe ser tomado en cuenta al aplicar la ecuación (4).

La concentración $C(r,z,t_{fc})$ se calcula introduciendo la ecuación (5) en la (4), haciendo $\theta = t_{fc}$:

$$C(r,z,t_{fc})/C_0 = \exp\{(-1n10/DO) \int_0^{t_{fc}} \exp((V_1(r,z,t)-250)/(ZO/1n10))dt\} \quad (19)$$

El valor de $C(r,z,t_{fc})$ así calculado se substituye por el valor de C_0 (concentración inicial) en la ecuación (4), para los cálculos en el proceso de enfriamiento.

Durante el enfriamiento ($\theta > t_{fc}$), el perfil de temperatura en el producto envasado se calcula mediante la ecuación (14). Haciendo estas substituciones se obtiene que:

$$C(r,z,t)/C_0 = \exp\{(-1n10/DO) \int_0^{t_{fc}} \exp((V_1(r,z,t)-250)/(ZO/1n10))dt\} \exp\{(-1n10/DO) \int_0^{\theta-t_{fc}} \exp((V_2(r,z,t)-250)/(ZO/1n10))dt\} \quad (20)$$

La ecuación (20) representa la fracción remanente de nutriente en un punto de coordenadas (r,z) del envase, una vez que el producto ha sido calentado por un tiempo t_{fc} , y enfriado por un tiempo $\theta - t_{fc}$, siendo θ el tiempo total de procesamiento, incluyendo el calentamiento y el enfriamiento.

La fracción promedio de nutriente remanente en el envase después de un tiempo θ de procesamiento, se puede estimar tomando la integral doble de la función dada por la ecuación (20) en el volumen del cilindro:

$$\bar{C}/C_0 = \frac{2}{1 a^2} \int_0^1 \int_0^a (C(r,z,t)/C_0) r \, dr \, dz \quad (21)$$

substituyendo (20) en (21):

$$\bar{C}/C_0 = \frac{2}{1 a^2} \int_0^1 \int_0^a \exp(-1n10/DO) \cdot$$

$$\int_0^{t_{fc}} \exp((V_1(r,z,t)-250)/(ZO/1n10))dt).$$

$\exp(-1n10/DO).$

$$\int_0^{\theta-t_{fc}} \exp((V_2(r,t,z)-250)/(ZO/1n10))dt. r dr dz \quad (22)$$

viniedo $V_1(r,z,t)$ y $V_2(r,z,t)$ dadas por las ecuaciones (5) y (14) respectivamente.

La ecuación (22) representa el modelo matemático para la predicción de la fracción promedio de nutriente remanente en el producto envasado, después de su procesamiento técnico.

Resolución Computacional del Modelo

El modelo matemático desarrollado en este trabajo representado en la ecuación (22), fue resuelto computacionalmente mediante la elaboración de un programa, escrito en lenguaje Fortran IV. La entrada de los datos al programa es la siguiente:

- a) En la primera tarjeta: semialtura de la lata (XL) y radio de la lata (A), en pulgadas.
- b) En la segunda tarjeta: difusividad térmica (XK) del producto (en pulgada²/min), el tiempo de reducción decimal a 250 °F (XKO) (en minutos) y el inverso de la pendiente de la curva de destrucción térmica del nutriente (AA) (en °F).
- c) En la tercera tarjeta: temperatura inicial del producto (TO) (en °F), la temperatura del vapor (TV) (en °F), la temperatura del agua de enfriamiento (TAF) (en °F), el tiempo de calentamiento (TFC) (en minutos) y el tiempo de enfriamiento (TFE) (en minutos).

En todos los casos los datos pueden tener hasta cinco decimales y ocupan diez columnas, sin importar donde se encuentre el punto decimal dentro de éstas. Por ejemplo, en

la tercera tarjeta, el tiempo de calentamiento, puede ocupar cualquier espacio comprendido entre las columnas 31 y 40 (ambas inclusive), con un punto decimal.

En los resultados del programa se escribe la temperatura en el centro de la lata al final del período de calentamiento y al final del proceso. El primer valor de VAL (fracción de nutriente remanente en el producto) es de uno, para recordar que se comenzó con un 100 por ciento de concentración de nutriente en el producto. El segundo valor de VAL es la fracción remanente de nutriente al final del proceso.

En caso de que se desee estudiar la destrucción térmica de otra substancia o de un microorganismo con cinética de degradación térmica de orden uno, basta con cambiar en los datos las constantes de cinética (XKO y AA); si el producto cambia, también se cambiará la difusividad térmica de éste (XK).

El programa fue desarrollado y probado en una computadora PDP 11/45. En el caso de que éste fuese a ser utilizado en otra máquina, bastará en general, cambiar las unidades de entrada y salida por las unidades correspondientes. El listado del programa puede ser solicitado directamente a los autores.

EVALUACION DEL MODELO

Con el fin de evaluar el modelo aquí desarrollado, se utilizaron datos obtenidos experimentalmente. Para la obtención de los mismos, se procedió a la elaboración de un modelo de alimento simulado y a la realización de procesamientos térmicos que cumpliesen con las condiciones iniciales y de borde del modelo, con el fin de estimar la pérdida de nutrientes.

Preparación de un Modelo de Alimento Simulado

Para la obtención de un modelo alimentario que se calentara por conducción, se preparó una mezcla de almidón de maíz al 6.0%, con carboximetilcelulosa al 1.75%, la cual tenía una difusividad térmica de $0.101677 \text{ cm}^2/\text{min}$ ($0.01576 \text{ pulg}^2/\text{min}$).

Debido a que el modelo matemático desarrollado supo-

ne cinética de primer orden para la degradación térmica de nutrientes, se escogió para el estudio a la vitamina B1 o tiamina, por presentar fácil dispersión, ser termolábil y poseer cinética de degradación térmica de orden uno (9).

Las mezclas de almidón de maíz y carboximetilcelulosa, se prepararon dispersando estos componentes en solución de buffer de fosfato de pH 6. Se escogió este valor de pH debido a que la tiamina es termolábil a dicho valor y a que se dispone de las constantes de la cinética de la reacción de degradación a este pH. Estas constantes fueron calculadas por los autores de este trabajo a partir de los datos presentados por Mulley et al. (10) (11). Los valores obtenidos para las constantes cinéticas fueron de $DO = 157.2$ min y $ZO = 7.2^{\circ}C$ ($45^{\circ}F$).

El procedimiento seguido para la elaboración del modelo alimentario fue el siguiente: se preparó el buffer de fosfato a pH 6 y a una cierta cantidad de ese buffer se le añadió carboximetilcelulosa, en la proporción antes indicada, con agitación constante. Una vez disuelta ésta, se agregó el almidón de maíz, (grado U.S.P.), previamente disuelto en una pequeña cantidad del mismo buffer. Después de homogeneizado, se calentó durante aproximadamente 25 minutos con mechero, hasta que se alcanzó la temperatura de ebullición a presión atmosférica (aproximadamente 670 mm Hg) de $92^{\circ}C$. Esta operación se realizó con el fin de gelatinizar el almidón. Aproximadamente cinco minutos antes de que se alcanzara la temperatura antes indicada, se le añadió tiamina (en forma de clorhidrato de tiamina) en una proporción aproximada de 10 mg. por cada 100 g. de mezcla y se homogeneizó cuidadosamente antes de que ocurriera la gelatinización del almidón en la mezcla. La mezcla así preparada, se enfrió, homogeneizó, enlató y se llevó a una refrigeradora ($5.6^{\circ}C$) por aproximadamente 24 horas y se tomaron muestras para determinar el contenido inicial de tiamina en el producto enlatado.

Después de estabilizadas térmicamente, las mezclas enlatadas fueron procesadas en un autoclave vertical. Este autoclave posee un control automático de temperatura ($\pm 0.56^{\circ}C$), y está dotado de un sistema de enfriamiento por agua a presión atmosférica. Las muestras fueron procesadas a diversas temperaturas por diferentes períodos. Una vez fina:

lizado el calentamiento, para cada caso, las muestras fueron enfriadas con agua dentro del autoclave, llevadas a una refrigeradora a 5.6°C y analizadas para determinar el contenido residual de tiamina. En todos los casos se llevaron a cabo estudios de penetración de calor durante el procesamiento térmico, según el procedimiento descrito por Alstrand y Ecklund (12).

Análisis Químico de la Tiamina

Para el análisis de la tiamina en las muestras, antes y después de su procesamiento térmico, se utilizó el método del tiocromo, descrito en detalle en la literatura (13).

Antes de realizar los análisis, se tuvo especial cuidado de homogeneizar perfectamente las muestras.

Diseño Experimental

Con el fin de evaluar las pérdidas de tiamina durante el procesamiento térmico, se realizaron tres corridas, la primera a 120°C (248°F) durante 44.5 minutos, en latas 211 x 300; la segunda a 118.9°C (246°F) por 59 minutos, en latas 307 x 409 y la tercera por 60 minutos a 126.1°C (259°F), en latas 211 x 300.

En cada corrida se determinó la fracción de tiamina retenida de la siguiente manera: el modelo alimentario preparado fue envasado en cinco latas, una de las cuales (control) no fue procesada, siendo analizada por triplicado para determinar el contenido inicial de tiamina. Las otras cuatro fueron procesadas térmicamente, siendo utilizada una de ellas como testigo en los experimentos de penetración de calor. Después de procesadas se descartó la lata utilizada como testigo, siendo las otras analizadas individualmente con el fin de determinar el contenido residual de tiamina.

En cada determinación de tiamina se preparó suficiente cantidad de solución, de forma que se pudiesen realizar cuatro replicados de cada muestra, obteniéndose por consiguiente doce replicados de las muestras procesadas e igual número del control, sin procesar.

Los resultados así obtenidos fueron tratados estadísticamente, para determinar los promedios, las desviaciones es-

tandar y los intervalos de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo desarrollado fue evaluado en base a los resultados obtenidos experimentalmente. En todos los casos se procedió a simular los diversos procesos térmicos en una computadora digital PDP 11/45. En ninguno de éstos se pudo simular el modelo de Teixeira et al. (6), debido a que las restricciones del modelo hicieron imposible tal simulación, al no funcionar en ninguno de ellos.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1. Dichos resultados fueron tratados estadísticamente con el fin de obtener los intervalos de 90% de confianza en los valores medios, para ello se utilizó la distribución "t" de Student.

En todos los casos, los valores predichos por el modelo se encuentran dentro del intervalo de 90% de confianza y por consiguiente se pueden considerar satisfactorios. Las desviaciones porcentuales de los valores teóricos con relación a los valores medios de los intervalos fueron de 2.3, 1.0 y 0.2% en los casos uno, dos y tres respectivamente.

Se pudo constatar que las ecuaciones empleadas para la predicción de la temperatura, tanto durante el calentamiento como durante el enfriamiento (ecuaciones 5 y 14) eran satisfactorias, ya que los resultados de ellas obtenidos presentaron desviaciones porcentuales comprendidas entre cero y 2.4% con relación a los valores experimentales, siendo el promedio de las desviaciones de 0.66%.

La resolución computacional del modelo no tuvo las restricciones del programa de Teixeira et al. (6), siendo completamente general y por consiguiente aplicable a cualquier caso.

La duración del programa presentado en una computadora PDP 11/45, fue aproximadamente de dos minutos con 10 segundos y no dependió de las condiciones de procesamiento térmico. La duración del programa desarrollado por Teixeira et al. (6) es variable, dependiendo de las condiciones de procesamiento, oscilando en las pruebas realizadas entre dos minutos con 30 segundos y cuatro minutos con cinco segundos, llegando en algunos casos con tiempos largos de calentamiento a sobrepasar los seis minutos. Por lo cual, el programa presentado es más eficiente desde el punto de vis-

TABLA 1.- Fracción de tiamina retenida en diversos procesos térmicos en un modelo de alimento simulado* (almidón: 6%, carboximetilcelulosa: 1.75%) con pH 6. $\alpha = 0.10168 \text{ cm}^2/\text{min}$ ($0.01576 \text{ pulg}^2/\text{min}$).

Ca so	Lata	V _o °C (°F)	V _v °C (°F)	TAF °C (°F)	t _{fc} min	t _{fe} min	V ₁ (0,0,t _{fc}) V ₂ (0,0,t _{fe}) °C (°F)	Fracción de tiamina retenida		
								Modelo de este tra- bajo	Experi- mental	Intervalo de 90% de confianza
1	211x 300	5.56 (42)	120.0 (248)	24.4 (76)	44.5	50.5	108.6(227.4) 28.9(84.0)	0.775	0.793	± 0.021
2	307x 409	5.56 (42)	118.9 (246)	25.0 (77)	59.0	91.0	95.1(203.1) 27.9(82.3)	0.790	0.798	± 0.023
3	211x 300	4.44 (40)	126.1 (259)	23.3 (74)	50.0	60.0	117.7(243.9) 25.9(82.3)	0.596	0.597	± 0.008

* DO = 157.2 min, ZO = 7.2 °C (45°F) (valores calculados de los datos presentados por Mulley et al. (10) (11).

ta computacional que el de esos autores. La comparación de ambos programas fue realizada con valores de $NR = NH = 10$ y $DU = 0.125$ para el programa de Teixeira et al. (6) y con valores de $N=M=MM=NMIU=3$ y $NPE=NPC=20$ para el programa de este trabajo.

De todo lo anterior se puede concluir lo siguiente:

- a) El modelo aquí desarrollado es completamente general, ya que funciona en cualquier posible caso que se le pueda presentar.
- b) El modelo de este trabajo arroja resultados satisfactorios en todos los casos estudiados experimentalmente, dentro del intervalo de 90% de confianza. Algo análogo ocurrió con los resultados obtenidos del modelo de Teixeira et al. (7), por consiguiente ambos modelos proporcionan resultados comparables en cuanto a su grado de confiabilidad.
- c) Los tiempos de computación requeridos para el modelo desarrollado son menores que los requeridos para el modelo de Teixeira et al. (6) y por consiguiente se puede afirmar que el primero es más eficiente desde el punto de vista computacional.

SUMMARY

Formulation and evaluation of a mathematical model to predict losses in nutrients during the thermal processing of canned foods.

The purpose of this paper was the development of a mathematical model to predict losses of nutrients with first order degradation kinetics during the thermal processing of conduction-heated foods. The model do not require experimental heat penetration data and operate for any possible case. It was evaluated experimentally for different thermal processes, being all the results within the 90% confidence interval on the mean experimental values. These results were obtained with a Fortran IV computer program elaborated for this purpose. The duration of this program was two minutes and ten seconds in a PDP 11/45 computer and was more efficient than others presented in the literature.

BIBLIOGRAFIA

1. Stumbo, C. R. New procedures for evaluating thermal process for

- foods in cylindrical containers. *Food Technol.* 7: 309. 1953.
2. Ball, C. O. y F. C. W. Olson. *Sterilization in Food Technology*. McGraw Hill, Nueva York, 1957. Cap. 12.
 3. Hayakawa, K. New parameters for calculating mass average sterilizing values to estimate nutrients in thermally conductive food. *Can. Inst. Food Technical. J.* 2: 167, 1969.
 4. Jen, Y., Mansow, J. E., Stumbo, C. R. y J. W. Zahradnik. A procedure for estimating sterilization of and quality factor degradation in thermally processed foods. *J. Food Sci.* 36: 692. 1971
 5. Stumbo, C. R. *Thermobacteriology in Food Processing*. 2nd ed., Academic Press, Nueva York, 1973. Cap. 9.
 6. Teixeira, A. A., Dixon, J. R., Zahradnik, J. W. y G. E. Zinsmeister. Computer optimization of nutrient retention in the thermal processing of conduction-heated foods. *Food Technol.* 23: 845. 1969.
 7. Teixeira, A. A., Stumbo, C. R. y J. W. Zahradnik. Experimental evaluation of mathematical and computer models for thermal process evaluation. *J. Food Sci.* 40: 653. 1975.
 8. Carslaw, H. S. y J. C. Jaeger. *Conduction of Heat in Solids*. 2nd. ed., Oxford University Press, Londres, 1959. Cap. 8.
 9. Feliciotti, E. H. y W. B. Esselen. Thermal destruction rates of
 10. Mulley, E. A., Stumbo, C. R. y W. H. Hunting. Kinetics of thiamine degradation by heat. Effect of pH and form of vitamin on its rate of destruction. *J. Food Sci.* 40: 989. 1975.
 11. Mulley, E. A., Stumbo, C. R. y W. H. Hunting. Kinetics of thiamine degradation by heat. A new method for studying reaction rates in model systems and food products at high temperatures. *J. Food Sci.* 40: 985. 1975.
 12. Alstrand, D. V. y O. F. Ecklund. The mechanics and interpretation of heat penetration tests in canned foods. *Food Technol.* 6: 185. 1952.
 13. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed., Washington, D. C., 1970. p. 771.

LISTA DE SIMBOLOS

Letras Latinas

- a: radio del envase cilíndrico (cm).
- C_0 : concentración inicial de nutriente en el envase, constante (mg/g).
- $C(r,z,t)$: concentración de nutriente en cualquier punto del envase (mg/g).
- C : concentración promedio de nutriente en el envase (mg/g).
- DO: tiempo para destruir 90% de los nutrientes (o de los microorganismos) a una temperatura de 121,1 °C (250 °F) (min).
- $f(\)$: función de
 - i: subíndice, igual a 1 para el calentamiento e igual a 2 para el enfriamiento.
 - k_1 : constante de velocidad de la reacción (min^{-1}).

- l:** semialtura del envase cilíndrico (cm)
n: número entero positivo.
r: coordenada radial (cm)
TAF: temperatura promedio del agua de enfriamiento ($^{\circ}\text{C}$)
t: tiempo (min)
 t_{fc} : tiempo final de calentamiento (min)
 t_{fe} : tiempo final de enfriamiento (min)
 $V_i(r,z,t)$: temperatura ficticia en cualquier punto del envase cilíndrico, dada por las ecuaciones (5) y (14) ($^{\circ}\text{C}$)
 $V_i(r,z,t)_R$: temperatura real en cualquier punto del envase cilíndrico ($^{\circ}\text{C}$)
 V_o : temperatura inicial del producto envasado, constante ($^{\circ}\text{C}$)
 V_v : temperatura del medio de calefacción, constante ($^{\circ}\text{C}$)
z: coordenada axial (cm)
ZO: inverso de la pendiente de la curva de destrucción térmica de los nutrientes ($^{\circ}\text{C}$)

Letras Griegas

- α :** difusividad térmica del producto envasado (cm^2/min)
 μ : parámetro definido en el texto como raíz de la ecuación $J_0(\mu a) = 0$
 θ : tiempo total de procesamiento, incluyendo calentamiento y enfriamiento (min).

SCREENING FOR MALNUTRITION WITH ARM CIRCUMFERENCE

Giovanni Acciarr², James C. Eckroad⁴, Luis F. Fajardo², Ramiro Muñoz³, Ruth de Mercado², Alberto Pradilla³, Gloria Quintero³, Betty de Ramírez³, Fanny Victoria², Dean H. Wilson⁴.

Proyecto de Nutrición Universitario, Universidad del Valle,
Apartado Aéreo 2188, Cali, Colombia.

SUMMARY

The opinions on the performance characteristics of the mid arm circumference as anthropometric measurement for malnutrition screening are quite contradictory. In this paper we analyze the specificity and sensitivity of the arm tape under different conditions and conclude that the design of the tape characteristics should aim at an instrument which can satisfy specific needs instead of a general purpose one. We also give some measurements for the practical design of the instrument.

1. This investigation has been carried out under the Contract AID/ta-C-1121 and the Fundación para la Educación Superior.
2. Universidad del Valle.
3. Fundación para la Educación Superior.
4. Community Systems Foundation.

INTRODUCTION

Anthropometric measurements are the most widely used methodology for the assessment of the nutritional status of individuals.

Some of them are sensitive, accurate and specific*, but their implementation under rough field conditions are impracticable and prohibitively costly, particularly when used for mass screening.

Recibido 12-12-76.

* The meaning of these terms in this context will be explained later.

It is for these reasons that the search for an anthropometric measure for the assessment of nutritional status, that takes into account the characteristics of sensitivity and specificity with good field performance and low cost has priority in our research endeavors. Mid arm circumference for age appears to fulfill the requirement of low cost and good field performance. The objective of the present study, then, is to analyze the sensitivity and specificity of mid arm circumference in assessing malnutrition, i.e., weight for age, weight for height and height for age.

According to Waterlow-Ruthishauser (1) we can distinguish three different kinds of malnutrition: acute, chronic and global. The first one refers to a deficit of child's weight with respect to the standard weight for his/her height and is denoted by $P(T)$. The second refers to a deficit of child's height with respect to the standard height for his/her age and is denoted by $T(E)$. Global malnutrition is defined as the product $P(T) \times T(E)$; as this quantity has been shown to have a very high correlation with the Gómez' method (or with methods which measure deficit of child's weight with respect to the standard weight for age), this last method is used as a measurement of global malnutrition and is denoted by $P(E)$.

MATERIALS AND METHODS

Data from two surveys involving 800 preschool children (0-6 years old) from urban and rural populations were used for this analysis. For each child the following data were collected: age, height, weight, sex, mid arm circumference and elbow circumference. The measurements were analyzed by comparing them with the reference or standard values of the Colombian population (derived from measurements of children of high income families from Bogotá).

Children for the urban survey were selected from nurseries and outpatients clinics in Cali, and were mainly whites. Children for the rural survey were randomly selected from different communities in the Cauca state. These were mainly

of black or mestizo origin. As no significant difference was found between the two groups of children, the results are presented in an aggregate form.

RESULTS AND DISCUSION

The reason why the Gómez' method was used as global malnutrition indicator is explained in a previous work of the same authors.* In the same work it was shown that, since mid arm circumference statistically correlates with P(T) and T(E), it can be considered as a useful measure of global malnutrition. The high correlation found between mid arms circumference and elbow circumference also allow to extend the results of mid arm circumference to elbow circumference.

Under these conditions it can be assumed that the Gómez classification is the standard methodology with which to compare the arm circumference measurement. The correlation found between the two methods was approximately 0.6. Since this value is not too high, the tape can be expected to present some nutritional diagnostic errors with respect to the Gómez method. This assumption is examined within the context of the following null hypothesis:

"A generic child is wellnourished, according to the Gómez' method". The possible lack of agreement between the Gómez' and arm circumference methods can be the result of two different conditions:

- a. Gómez' method classifies as malnourished a child which by the tape** is classified as wellnourished. If we assume that Gómez' method is the correct one the tape can present in this case an error that we can call of type 2 as we are accepting the null hypothesis. The probability of an error of this type is related to the sensitivity of the instrument.
- b. Gómez' method classifies as wellnourished a child which tape classifies as malnourished. As we are rejecting the null hypothesis, which is correct, we can call it error type 1. The probability of an error of

* From now on the word tape will be used as synonymous of mid arm circumference measurement instrument.

this type is related to the specificity of the instrument. The probability of these two errors for a given tape depends, of course, on where, along the tape's range, the limiting value are set for identifying the different status of nutrition. Suppose for example, that all the children less than 6 years old with arm circumference less than 6 centimeters are defined as malnourished: in this case the per cent of malnutrition according to the tape will be quite low. Thus, the probability of type 2 error will be high and that of type 1 will be low. The contrary happens when the limit is too high.

Without limiting the generality of this analysis, it is assumed here that a tape is designed with only one limit X in order to separate the cases of malnutrition from the others.

If for a generic tape the following quantities, are defined:

- E1** = probability of type 1 error;
- 1 - E1** = specificity of the method;
- E2** = probability of type 2 error;
- 1 - E2** = sensitivity of the method;
- ET** = probability of an error, irrespective if 1 or 2;
- T** = malnutrition rate of a population defined as the per cent of preschool children malnourished, defined as grade I, II, or III according to Gómez;
- C** = confidence level of the tape, defined as the per cent of cases of a children population for which the Gómez and tape diagnosis coincide.

It is shown in Appendix A, paragraph A1 that:

- i) If the limit X of a generic tape is changed in order to reduce type 2 error, type 1 error increases and viceversa; i.e., if sensitivity (specificity) increases, specificity (sensitivity) must decrease.
- ii) The confidence level C of a tape is maximum for

* From now on the word tape will be used as synonymous of mid arm circumference measurement instrument.

that value of X which makes the total error ET minimum;

- iii) As limit X varies within its allowed range, errors E_1 , E_2 , ET describe 3 curves $E_1(X)$, $E_2(X)$, $ET(X)$ which intersect one another at the same point X_0 .

The probability value that the three curves assume at the point of intersection X_0 is a rough measurement of the lack of correlation between the variable $P(E)$ relative to the Gómez' method and the variable:

$$CB(E) = \frac{\text{actual arm circumference of child}}{\text{standard arm circumference according to the age and sex of the child}}$$

i.e., the lower on the vertical axis is the intersection point, the higher is the correlation between the two variables (See Appendix A, paragraph 2). As the actual value of the arm circumference is determined not only by nutritional status of a child but also by its level of physiological growth which is related to age, the possible errors of a tape can be reduced by narrowing the range of age for which the tape is valid. In this way, we limit the effect of the growth on the observed variations of the arm circumference. The question is "for a fixed range of age, which is the limiting value X which makes the total error ET minimum and the confidence level of a tape maximum?" As a matter of fact the confidence level of a tape depends on the malnutrition rate (unless $E_1 = E_2$) of the community, as shown in Appendix A. This implies that it is not possible to design a tape with a fixed confidence level unless specificity and sensitivity have the same probability value. Figures * 3 and 4 show how for malnutrition rates of $T = 30\%$ and $T = 60\%$ the total error varies for the same range of age. What we want to point out here is that, if it is necessary to design a tape to be used in different communities, it is not always possible to use the maximum level of confidence as a performance criterion. On the other hand, it

* For this and the other figures (Fig. 1 to Fig. 9) we want to point out the quantitative value of the curves presented, as this one is more related to the specific conditions of the experimental work.

can be shown that the probability of errors type 1 and 2 is independent of malnutrition rate T because of the way in which they are defined. Therefore under practical situations it seems advisable to design the performance characteristics

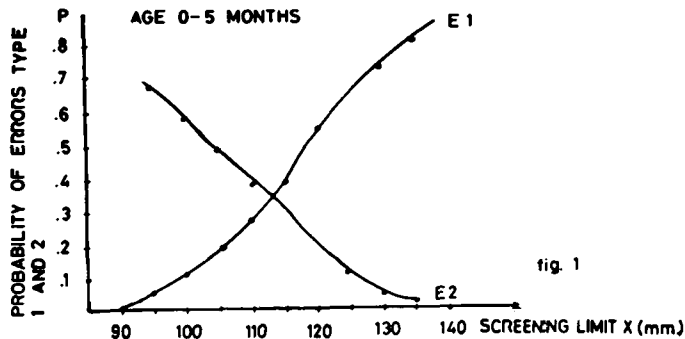


fig. 1

Figure 1 and 2: ASYMPTOTIC TREND OF ERRORS* (TYPE 1 AND 2) AS THE LIMIT X OF THE TAPE IS INCREASED. THE LIMIT X SEPARATES CASES OF MALNUTRITION FROM NORMAL ONES. E_1 AND E_2 ARE CALCULATED ACCORDING TO THE WEIGHT FOR AGE METHOD WHERE A DEFICIT ≤ 0.90 INDICATES MALNUTRITION. THE CONTINUOUS LINES HAVE BEEN FITTED TO EXPERIMENTAL VALUES (DOTS).

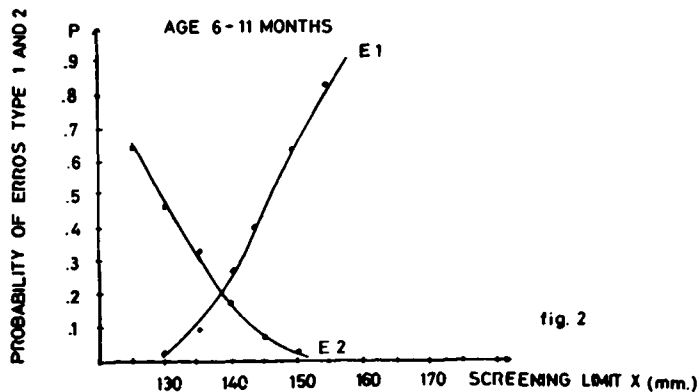


fig. 2

FOR THE DEFINITION OF E_1 AND E_2 RELATIVE TO Fig. 2 TO Fig. 9 SEE APPENDIX A

of a tape not as a function of the maximum confidence level desired, but as a function of the maximum value of probability for type 1 and 2 errors which can be accepted.

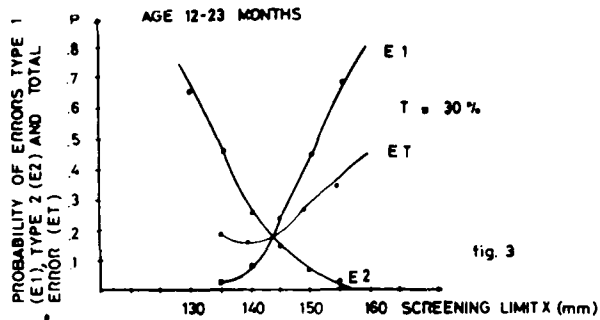


fig. 3

Figure 3 and 4: THESE FIGURES SHOW HOW THE CURVE OF THE TOTAL ERROR* (ET) CHANGES AS THE MALNUTRITION RATE T OF A POPULATION CHANGES FROM 30% TO 60%; E1 AND E2 CONSERVE THE SAME TREND. ERRORS E1 AND E2 ARE CALCULATED ACCORDING TO THE WEIGHT FOR AGE METHOD WHERE A DEFICIT ≤ 0.90 INDICATES MALNUTRITION

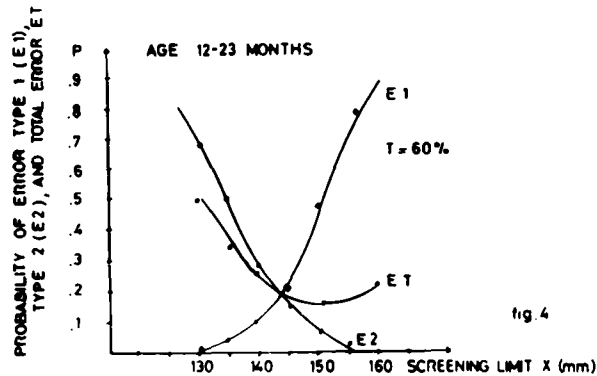


fig. 4

* FOR THE DEFINITION OF TOTAL ERROR ET RELATIVE TO Fig 4 AND Fig 5, SEE APPENDIX A

There are two possibilities for reducing type 1 or type 2 errors:

- i) to change the limit X which separates the cases of malnutrition from the others. In this case it is necessary to look for an acceptable trade-off between the two types of errors. Recall that type 1 error tends

- to increase exponentially as type 2 decreases asymptotically. Of course, this trade-off can affect significantly the total costs and benefits of a social project;
- ii) to reduce the age limits for which a tape is valid. Here too, it is necessary to find out a compromise between the feasibility of using a large number of tapes and the size of type 2 error. Furthermore, reducing the range of age for which the tape is valid, can hardly make errors type 1 or 2 negligible.

It has been shown here that the tape is affected by two kinds of errors and that it is almost impossible to design a tape for which both errors are negligible at the same time. It is important therefore to know: "when a community has malnourished children of grade I, II, III as well as normal ones, which one of these categories is more affected by tape's errors"? Figure 9 shows the probability of errors 1 and 2 as a function of the Gómez' variable $P(E)$, for a tape designed to give the same weight to both errors. It is apparent from this figure that, the probability of type 2 error is high for children with grade I malnourishment ($0.75 \leq P(E) < 0.9$) and quite low for cases of grade III malnourishment ($P(E) 0.6$). That is, the sensitivity of the tape increases with the severity of malnutrition. Also the two curves, relative to the probability of type 1 and 2 errors, are quite symmetric with respect to $P(E) = 0.9$.

Since two different kinds of malnutrition (chronic and acute malnutrition) are defined and it is assumed that the Gómez' method can detect global malnutrition, it is possible to propose the hypothesis that the tape is able to detect only one kind of malnutrition. (i.e., the acute). Therefore, the tape and the Gómez method tend to show better agreement only when a child presents a specific kind of malnutrition. Figures 7 and 8 clarify this point. Figure 8 shows the graph of type 1 and 2 errors of a tape with respect to Height ($P(T)$) method. Figure 7 presents the same kind of graph with respect to Height - Age ($T(E)$) method. The point of the intersection P_1 in Figure 7 is shifted to the right (and upward) of the point P_1 of Figure 5, which is the same figure but relative to the Gómez method. This displacement is not observed for the point P_1 of Figure 8. This means that, if we design a tape to

detect global malnutrition, type 2 error that the instrument can make tends to be more associated with chronic rather than acute malnutrition. The contrary happens for type 1 error. This conclusion is evident if it is considered that type 2 error is prevalent to the left and type 1 error to the right of the point of intersection in Figures 1 to 8. Yet there is a non negligible probability of type 2 error for cases of acute malnutrition and type 1 error for cases of chronic malnutrition. According to recent studies acute malnutrition seems to be prevalent in the first years of life while chronic malnutrition becomes more important later. Type 2 error can therefore be more serious for the range 0-2 years rather than for the remaining range of ages. Yet the relative importance of the two kinds of errors, i.e., the tradeoff between specificity and sensitivity, should be decided consistently with the objectives of the anthropometric measurements. For example, if the objective of the nutritional study is to detect malnutrition at community level, (i.e., to detect malnourished communities) both kinds of errors can have the same weight. But if it is necessary to detect malnourished families or individuals, error type 2 can become more serious and more care should be taken in reducing type 2 rather than type 1 error. If the objective is to evaluate the effects of a nutritional intervention, or to detect a change in nutritional status, both errors tend to have the same weight, be it at community, family or individual level.

CONCLUSIONS

From the comparative analysis among arm circumference and other anthropometric measurements, we can draw the following conclusions:

- a. the tape can be classified as a method for detecting global malnutrition;
- b. the tape is more sensitive in cases of acute rather than chronic malnutrition, and in cases of severe rather than mild malnutrition;
- c. the tape is of limited validity when used to detect individual cases of malnutrition (i.e., to detect malnourished children) because of the lack of a high

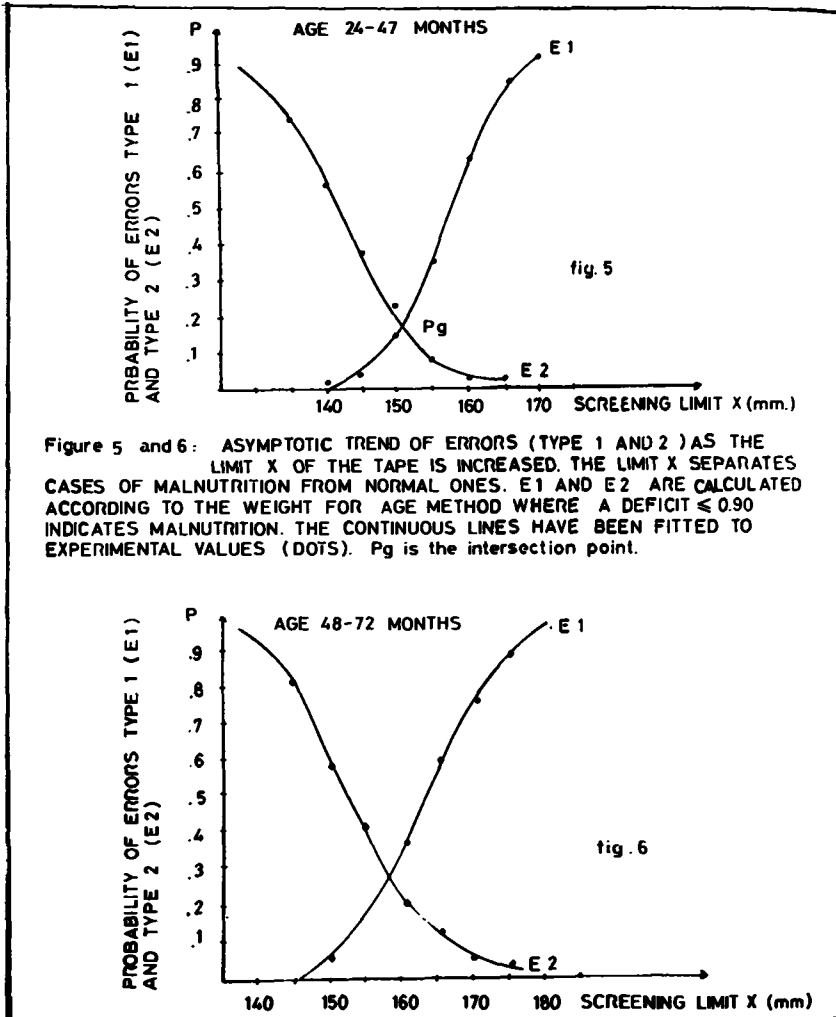


Figure 5 and 6: ASYMPTOTIC TREND OF ERRORS (TYPE 1 AND 2) AS THE LIMIT X OF THE TAPE IS INCREASED. THE LIMIT X SEPARATES CASES OF MALNUTRITION FROM NORMAL ONES. E1 AND E2 ARE CALCULATED ACCORDING TO THE WEIGHT FOR AGE METHOD WHERE A DEFICIT ≤ 0.90 INDICATES MALNUTRITION. THE CONTINUOUS LINES HAVE BEEN FITTED TO EXPERIMENTAL VALUES (DOTS). Pg is the intersection point.

- level of specificity and sensitivity;
- d. the tape can show better performance in cases of an aggregate diagnosis of a population. Since its sensitivity to detect children with grade II and III of malnutrition is acceptable in many cases, it is possible to make inference on the aggregate nutritional status of the children's population in a community given the per cent of grade II and grade III malnutrition cases;

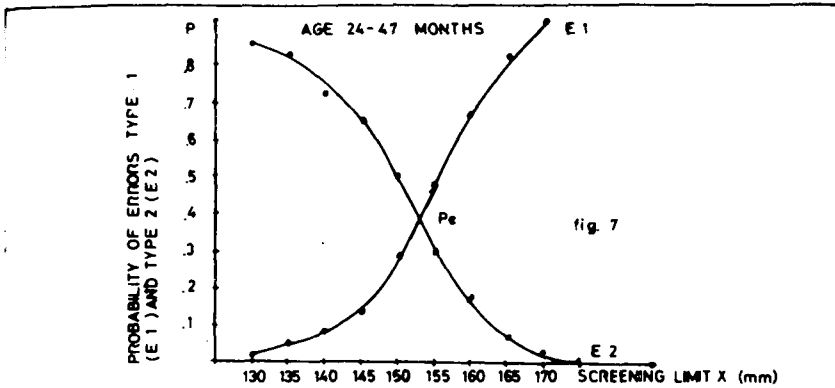


Figure 7: ASYMPTOTIC TREND OF ERRORS (TYPE 1 AND 2) AS THE LIMIT X OF THE TAPE IS INCREASED. THIS LIMIT SEPARATES CASES OF MALNUTRITION FROM NORMAL ONES. ERRORS E1 AND E2 ARE CALCULATED WITH RESPECT TO THE HEIGHT FOR AGE METHOD WHERE A DEFICIT ≤ 0.95 IS ASSUMED TO INDICATE CHRONIC MALNUTRITION. P_e IS THE INTERSECTION POINT.

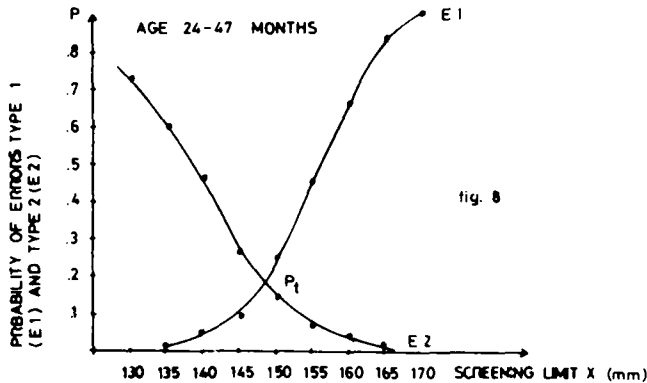


Figure 8: ASYMPTOTIC TREND OF ERRORS (TYPE 1 AND 2) AS THE LIMIT X OF THE TAPE IS INCREASED. THIS LIMIT SEPARATES CASES OF MALNUTRITION FROM NORMAL ONES. ERRORS E1 AND E2 ARE CALCULATED WITH RESPECT TO THE WEIGHT FOR HEIGHT METHOD WHERE A DEFICIT ≤ 0.90 IS ASSUMED TO INDICATE ACUTE MALNUTRITION. P_t IS THE INTERSECTION POINT

- e. the tape can be useful also in making an approximate and rapid evaluation of nutritional programs at community level, since these kinds of programs, if effective, tend to reduce the prevalence of the most severe cases of malnutrition which are easily detected by the tape;
- f. the criteria which should direct the design of a tape should be related to the degree of specificity and

fig. 9

PROBABILITY OF ERRORS TYPE 1 AND 2
AS A FUNCTION OF THE WEIGHT FOR
AGE DEFICIT FOR A TAPE DESIGNED TO
GIVE EQUAL WEIGHT TO BOTH ERRORS

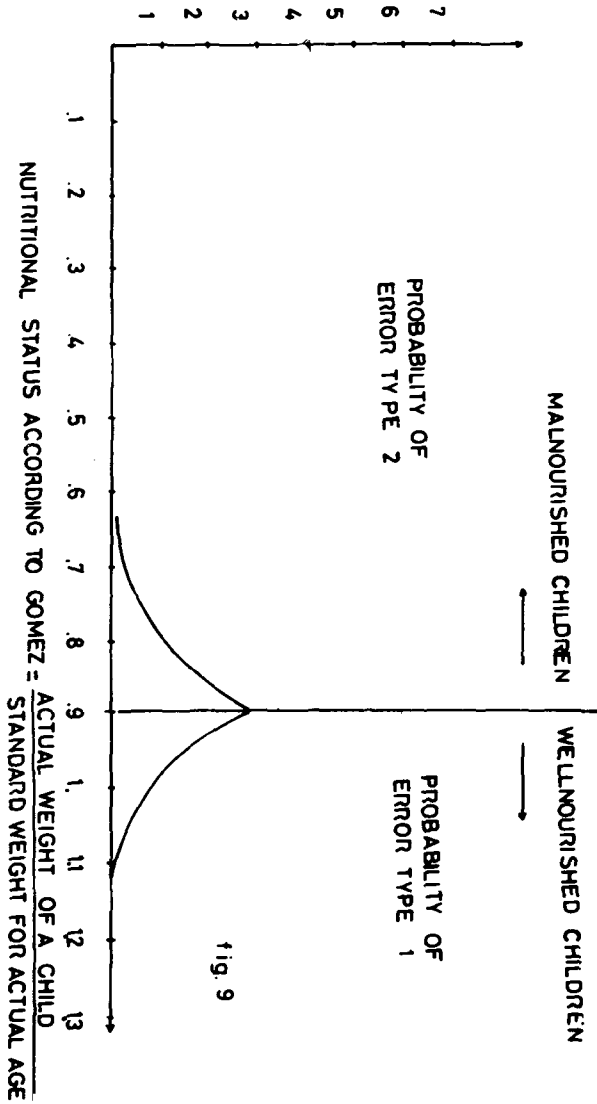


fig. 9

sensitivity allowed rather than to the confidence level desired;

- g. the tape is appropriate when an instrument with a given sensitivity is needed, no matter its specificity or viceversa.

R E S U M E N

La Circunferencia Braquial como Medida del Estado Nutricional

El uso de la circunferencia de brazo como medida antropométrica para detectar malnutrición presenta características de facilidad de uso, rapidez en la medida y bajo costo; por lo tanto podría ser una medida útil para el diagnóstico de comunidades. El presente trabajo analiza la medida en sus características de especificidad, sensibilidad y confiabilidad encontrando que la confiabilidad es generalmente limitada y la sensibilidad y especificidad varían con el diseño del instrumento.

Como conclusión se quiere hacer énfasis en la necesidad de subordinar el uso de la cinta y posiblemente el diseño de la misma a los objetivos específicos del estudio antropométrico que se quiere realizar.

APENDIX A

A1. Let us define:

- N** : the total number of children 0 to 6 years old
N₁ : number of children classified as malnourished weight for age method (Gómez' method)
N₂ : number of children classified as normal by the by the weight for age method (Gómez' method)
n₁(x) : number of normal children by Gómez' and malnourished by the arm tape (with a prefixed limit **x** of the tape)
n₂(x) : number of malnourished children by Gómez' which are classified as normal by the arm tape (with prefixed limit **x** of the tape)

For a large **N**:

$$E_1(x) = \frac{n_1(x)}{N_1} = \text{Probability for error type 1; it is assumed that } E_1 \text{ is a monotonic function of } x;$$

$$n_2(x)$$

$n_2(x) = \frac{N_2}{N} =$ probability error type 2; its assumed that E_2 is a monotonic function of x ;

$$\frac{N_2}{N} = T = \text{malnutrition rate}$$

$$ET(x) = \frac{n_1(x) + n_2(x)}{N_1 + N_2} = \frac{n_1(x) + n_2(x)}{N} = \frac{N_1xE_1 + N_2xE_2}{N}$$

$= (1-T) E_1 + TE_2 = T(E_2 - E_1) + E_1 =$ probability of total error;

$C(x) = 1 - ET(x) =$ confidence level of the tape

According to these definitions, we have:

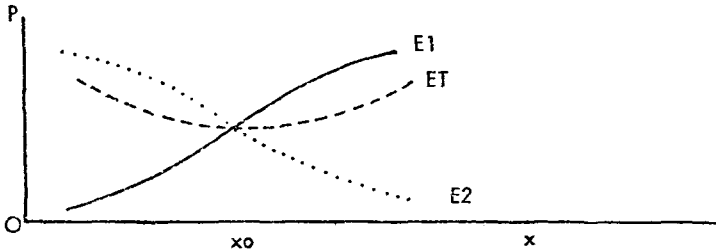
- a. $0 \leq E_1, E_2, ET, C, T, \leq 1$
- b. $\lim_{x \rightarrow 0} E_1(x) = 0;$ $\lim_{x \rightarrow \infty} E_1(x) = 1$
- c. $\lim_{x \rightarrow 0} E_2(x) = 1;$ $\lim_{x \rightarrow \infty} E_2(x) = 0$
- d. $\lim_{x \rightarrow 0} ET(x) = 1;$ $\lim_{x \rightarrow \infty} ET(x) = 0$
- e. $\lim_{x \rightarrow 0} C(x) = 0;$ $\lim_{x \rightarrow \infty} C(x) = 1$
- f. given an $x = x_0$ such that $E_1(x_0) = E_2(x_0)$

and $n_1(x_0) = \frac{n_2(x_0)}{N_1}$, we have that

$$ET(x_0) = \frac{N_2}{N} \frac{n_1(x_0) + n_2(x_0)}{N_1 + N_2} = \frac{n_2(x_0) (N_1 + N_2)}{N_2 N} = E_2(x_0) = E_1(x_0)$$

* The following methodology for the definition of E_1 and E_2 uses the weight for ages as a reference method but it can be done also for chronic and acute malnutrition as reference methods: Just substitute the expression "weight for age" with "weight for height" or "height for age". This has been done in Fig. 7 and Fig. 8.

- g. given the assumption of a monotonic $E1$ and $E2$ and the characteristics b, c, d, f , the function $E1(x), E2(x), E1'(x)$, will have the following graph:



- A2. Supposing that the coefficient of correlation between $P(E)$ and $CB(E)$ is 1; then, given a unique relation between the two variables, there will be a point x_0 in the tape corresponding to the limit value of $P(E) = 0.9$; in that case $E1(x_0) = E2(x_0) = 0$.

On the other hand, if we assume that the coefficient of correlation is zero, then, for any point on the tape that is chosen as limit x , the probability of a correct diagnosis is equal to the probability of a wrong one.

In this case, $E1(x) = E2(x) = 0.5$.

For cases where the correlation coefficient lies between 0 and 1, the intersect point of the three curves will be between 0 and 0.5.

B I B L I O G R A P H Y

1. Waterlow, J. C., H. E. Ruthishauser. Malnutrition in man. Swedish Nutr. Foundation Symposia. N° XII, 1974 on malnutrition and mental development. pp. 13-26.
2. Jelliffe, D. B., E. F. Jelliffe. The arm circumference as a public health index of PCM in early childhood. *J. Trop. Pediatr.* 15, pp. 177-260, 1969.
3. Jelliffe, D. B. The assessment of the nutritional stauts of the community. World Health Orgainzation. Monograph Series N° 53, pp. 78, 1966.
4. Shakir, A., P. Morley. Measuring malnutrition. *Lancet*, April 20, pp. 758-759, 1974.
5. Shakir, A. Surveillance of PCM by simple and economic means. *Env. Child. Health* 21, pp. 69-75, 1975.
6. Shakir, A. Arm circumference in the surveillance of protein-calorie malnutrition in Baghdad. *The American Journal of Clinical Nutrition*, N° 28 June 25, pp. 661-665.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOME ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS¹

Giovanni Acciari,² James C. Eckroad,⁴ Luis F. Fajardo,² Ramiro Muñoz,³ Ruth de Mercado,² Alberto Pradilla,³ Gloria Quintero,³ Betty de Ramírez,³ Fanny Victoria,² Dean H. Wilson.⁴

Proyecto de Nutrición Universitario, Universidad del Valle,
Apartado Aéreo 2188, Cali, Colombia.

SUMMARY

The main objective of this work is to determine what anthropometric method to use under field conditions, given the kind of malnutrition to be detected.

In the first part of the work some criteria and procedures are given by which to compare the field performance characteristics (i.e. transportability, facility of use, etc.), of the most commonly used instruments. Then we extrapolate these characteristics to the respective methods like weight for age, weight for height, height for age, etc. In the second part we present a correlation matrix among the various methods and analyze it in order to associate with each method a specific typology of malnutrition.

I N T R O D U C T I O N

The methodology currently used to assess the nutritional status of individuals can be grouped under three categories:

1. Comparing the nutrient intake with the nutrient requirements according to age, sex and physiological state. This method can be used for all individuals in

Recibido 14-12-76.

1. This investigation has been carried out under the Contract AID/ta-C-1121 and the Fundación para la Educación Superior.
2. Universidad del Valle.
3. Fundación para la Educación Superior.
4. Community Systems Foundation.

- population groups. The problem of the assessment of actual nutrient requirements remains unsolved.
2. Biochemical tests involving the analysis of total protein and serum albumin, urine, excretion of creatinine, creatinine/hydroxiprolin, index, etc. Although such procedures assess the nutritional status, their implementation under field conditions is difficult.
 3. Anthropometric measurements that detect deviations of growth as related to given standards. As growth occurs only in children and adolescents, anthropometric measurements can only be used for individuals of this age groups. Anthropometric measurements have been used in this project to assess the nutritional status of the communities under investigation.

The anthropometric measures analyzed here are mid-arm circumference/age, head circumference/age, weight for age, height for age, and weight for height.

The objective is to analyze these anthropometric measures with respect to accuracy, sensitivity, specificity, cost and optimum performance under field condition.

The relation between deviation of growth and malnutrition is not specific, because other diseases could alter the patterns of growth in the same direction as malnutrition. There are two kinds of deviations of growth that anthropometric measures may detect; one is related to age, and the other to body proportions.

It is assumed that a given child may present either acute (wasting), chronic (stunting) malnutrition, or both (global malnutrition).

Acute malnutrition is defined as a deficit of the child's weight with respect to the ideal weight for his/her height. Ideal weight is defined as the mean value of weight for a given height of children from a "normal reference" population.

$$P(T) = \frac{\text{Actual weight of child (in kg.)}}{\text{Standard weight for actual height of child}}$$

The standard deviation (SD) of this variable for normal population for all age categories between 0-6 years is 0.1

(10%). The P(T) value of 1-SD = 0.9 is the limit value used to detect malnutrition. P(T) values ≤ 0.9 indicate acute malnutrition, and represent actual deficit either of calories or proteins or both.

Chronic malnutrition is defined as a deficit of the height of the child with respect to the ideal (standard) height for his/her actual age. Ideal height is defined as the mean value of height for a given age of children from a "normal reference" population.

$$T(E) = \frac{\text{Actual height of child (in cm.)}}{\text{Standard height for actual age of child}}$$

The standard deviation of this variable for a normal population is 0.05 (5%). The T(E) value of 1-SD = 0.95 is the limit value below which chronic malnutrition is being detected. Chronic malnutrition represents the actual effect on the growth of the child of one or several episodes of acute malnutrition suffered in the past. Essentially, this indicates a variable grade of deficit of height with respect to age.

Global Malnutrition. This term is used here to represent one single indicator for either acute or chronic malnutrition, or both occurring simultaneously in the same individual. One approximation for the quantification of global malnutrition is the use of the product of the variables P(T) and T(E). That is:

$$P(T(E)) = P(T) \times T(E)$$

Because the two variables have different standard deviations, their relative influence should be "homogenized". This is done by making the SD of the two variables about the same. As already noted, the SD of the variable P(T) is twice the SD of variable T(E).

Hence, by using the relation

$$P(T(E)) = (0.5 P(T) + 0.5) T(E)$$

the interval for the variable $P(T)$ of acute malnutrition is reduced and both variables $P(T)$ and $T(E)$ have the same SD of 0.05.

MATERIALS AND METHODS

Data from two surveys involving 800 preschool children (0-6 years old) from urban and rural populations were used for the analysis. For each child the following data were collected: age, height, weight, sex, mid-arm circumference, head circumference and elbow circumference.

The measurements were analyzed by comparing them with the reference values for the Colombian population (derived from measurements of children of high income families from Bogotá). Children for the urban survey were selected from nurseries and outpatients clinics in Cali and were mainly whites. Children for the rural survey were randomly selected from 5 different communities in the Cauca state. These were mainly of black or mestizo origin.

The selection of the two groups is not directed to decide as to which type of malnutrition (acute-chronic) to measure for a given circumstance but at the selection of what method to use, once the decision to measure acute or chronic malnutrition is made.

The instruments used for anthropometric measurements were the following:

- for age 24-72 months; weighing scale, Detecto brand, with reading in kg. Maximum reading: 125 kg. maximum differential reading: 1 kg.
- For age 0-23 months; Spring dynamometer, Chatillon brand, with reading in kilos and pounds. Maximum reading: 15 kilos; maximum differential reading: 100 gr.
- For all ages: infant meter for height measurement, home made, with a fixed strip on a wooden board. Reading in millimeters, maximum reading: 150 mm.; minimum differential reading: 1 mm.
- for all ages: flexible meter, local brand, to measure head arm, and elbow circumference. Maximum reading: 150 mm.; minimum differential reading: 1 mm.

RESULTS AND DISCUSSION

A. Performance Characteristics.

Several factors may influence the decision as to what anthropometric method to use when assessing malnutrition. For the purpose of this discussion the following criteria are used: accuracy, sensitivity, specificity, cost and degree of difficulty for implementation under field conditions.

To facilitate the trade-off between these factors in deciding what methodology to use, it was necessary to analyze the characteristics of the instrument for each method, and for the method per se.

The instruments studied were weighing scales, infant meter, arm tape, head tape, and age, for the performance of the following parameters:

1. Standard deviation (of the measurement) SD*
2. Percent error (error%)

Standard deviation

$$= \frac{\text{Standard deviation}}{\text{mean value of the range of the instrument reading}}$$

3. Field performance: degree of simplicity in the use of the instrument
4. Transportability: how easy is to handle and transport the instrument.
5. Durability: refers to the half life of the instrument under normal field conditions.
6. Cost: refers to the cost of the instrument.
7. Time: refers to the time, spent in the use of the instrumental for performing the activity for which it has been designed.

The standard deviation includes both the random error and the systematic error due to the instrument. The standard

* If the same measurement (f.e. height measurement) is taken on the same child several times, the experimental values present a statistical distribution whose dispersion around the mean value is measured by the standard deviation SD.

deviation was calculated by performing the anthropometric measures several times on the same group of children.

For the per cent error calculation, the range of reading refers to the maximal variation obtained with the instrument when measuring normal children 0-6 years old.

For the other variables, an ordinal scale between 0-10 was constructed, where the 0 corresponds to the optimal behavior and 10 to worst performance. For example, for age, the value of "0" means no cost; field performance values of 4 for the infant meter and 2 for the weighing scale mean that under

TABLE 1

PERFORMANCE OF THE INSTRUMENTS FOR THE ANTHROPOLOGICAL ANALYSIS OF MALNUTRITION

Instrument	Units	Standard deviation	Error Percent	Field Performance	Transport ability	Durability	Cost	Time
Arm Tape	cms.	0.28	0.02	1	1	2	1	1
Head Tape	cms.	0.22	0.005	2	1	2	1	2
Infant meter	cms.	0.65	0.08	4	4	3	2	3
Weighing scale	kg	0.5	0.05	2	2	4	3	4
Age	months	0.5	0.014	1	0	0	0	1

field conditions it is easier to work with the weighing scale than with the infant meter.

Table 1 summarizes the performance of the instruments for both urban and rural settings.

It can be seen in column 3, Table 1, that the instrument with the least standard deviation is the head tape, while the measures taken with the infant meter have the greatest SD. It is important to recall that these observations refer to the communities we have studied. In other communities the age

may have the greatest standard deviation, due probably to cultural or other characteristics.

Once the instrument performance is defined, attention must be directed to method's performance; again a series of characteristics inherent in each method can be analyzed in conjunction with some of the characteristics of the instruments used to carry out the measurements.

The anthropometric measurements to be analyzed are expressed as the relation between the actual measure to the value of such measure relative to a child considered as well nourished. Besides the variables P(T), T(E), P(T(E)) already defined, the following anthropometric measurements are considered:

$$CB(E) = \frac{\text{mid arm circumference (cm.)}}{\text{standard mid arm circumference for actual age}}$$

$$CC(E) = \frac{\text{head circumference (cm.)}}{\text{standard head circumference for actual age}}$$

$$P(E) = \frac{\text{actual weight (kg.)}}{\text{standard weight for actual age}}$$

Appendix A describes the mathematical procedure for the calculation of all the columns of Table 2.

The values for the variables: field performance, transportability, durability, cost and time refer to the instruments used, not to the method per se. The values are in an ordinal scale.

Table 2, demonstrates that variables CB(E) and CC(E) have the best performance characteristics for all the methods studied.

It is interesting to note the way in which the measurement errors propagate from the instruments to the method. Suppose that the SD for height measurement is 0.65 cms. and that for weight is 0.5 kg.; the percent error of the method

height-weight, as a result of the two previous standard deviations is around 9%. As the coefficient of variation for the variable P(T) for a population of normal children 0-6 years is 10%, the specificity and sensitivity of the weight for height measure may be seriously affected around the value of P(T)

B. Correlation Analysis

= 0.9, i.e., the limit between the two categories of well nourished and malnourished children.

TABLE 2
PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF ALL METHODS

Method	SD	Percent error	Field Performance	Transportability	Durability	Cost	Time
CB(E)	0.02	0.02	1	1	1	2	1
CC(E)	0.007	0.007	1	1	2	1	2
P(T)	0.09	0.09	5	5	5	4	5
T(E)	0.03	0.03	4	4	3	2	3
P(E)	0.06	0.06	2	3	4	3	4
P(T(E))	0.95	0.95	6	6	6	4	4

In order to study the relations between the different anthropometric methods, a regression and correlation analysis was performed for the two samples treated as a single population.

Column 1, Table 3, shows that variable P(E) correlates significantly with both P(T) and T(E). In other words, variable P(E) tends to detect both acute and chronic malnutrition. Again, since variable P(E) has a high correlation with variable P(T(E)), it may be concluded that variable P(E) is a measure of global malnutrition. The question is: What is

TABLE 3

CORRELATION COEFFICIENTS OF SOME ANTHROPOMETRIC MEASURES

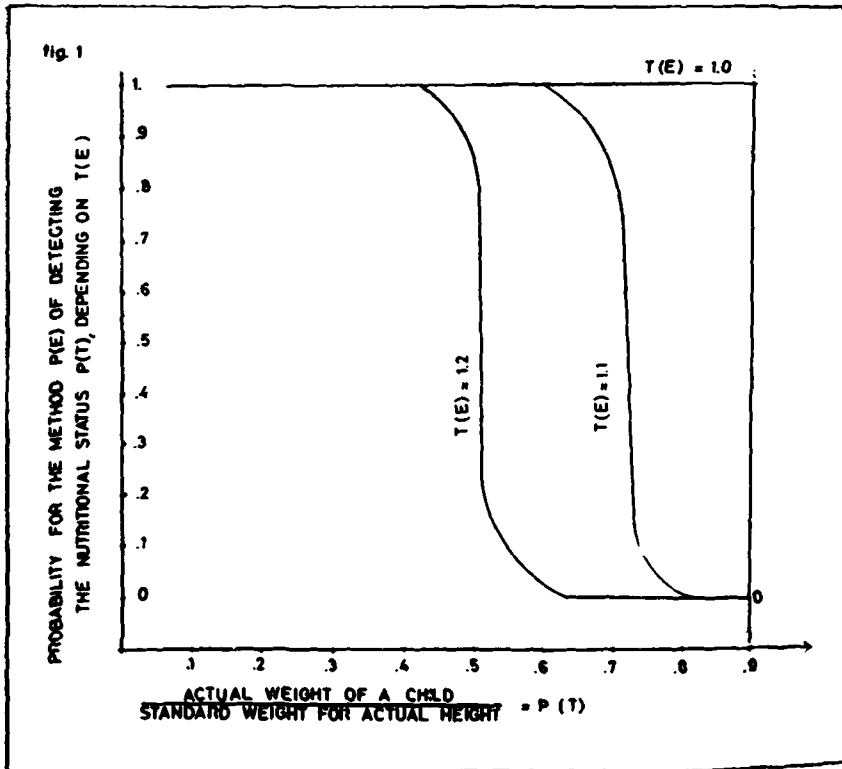
	P(E)	P(T)	T(E)	P(T(E))	CB(E)	CC(E)
P(E)	1					
P(T)	R = 0.6* (F = 591)	R = NS***				
T(E)	R = 0.7 (F = 0922)	F = NS				
P(T(E))	R = 0.96 (F = 5878)	—	—			
CB(E)	R = 0.62 (F = 593)	R = 0.47 (F = 195)	R = 0.4 (F = 131)	R = 0.68 (F = 816)		
CC(E)	R = 0.45 (F = 198)	R = 0.22 (F = 113)	R = 0.42 (F = 161)	R = 0.47 (F = 215)	R = 0.37 (F = 127)	
CO(E)**					R = 0.97 (F = 8515)	

***R =** Correlation coefficient
F = Snedecor's (Fisher) ratio of the regression line; values are rounded
**** =** Elbow circumference for age
***** =** Not statistically significant.

the sensitivity and specificity* of the weight for age (Gómez' classification) measure?

On the basis of the strength of association between $P(E)$ and $P(T(E))$, it can be said that:

1. for a child with both acute and chronic malnutrition, the probability of the Gómez' method ($P(E)$) to detect such a child as malnourished, is 100%. If $P(T) < 0.9$ and $T(E) < 0.95$, then the product $P(T(E))$ lies below the limit for detection of malnutrition by the Gómez' method;
2. for a child with either acute or chronic malnutrition,



In this context, sensitivity is related to the probability of the Gómez method of detecting a case of acute and/or chronic malnutrition; specificity is related to the probability of detecting as well nourished a child with normal weight for height and height for age.

the probability for the Gómez method ($P(E)$) to detect him as malnourished, depends on the values of both variables $P(T)$ and $T(E)$ and not only on the value of variable which classified the child as malnourished. Fig. 1 shows this relationship.

For example, if $T(E) = 1.1$ the probability for the method of Gómez to detect malnutrition is 1 only if the variable $P(T)$ is ≤ 0.65 . That is conceivable in a very severe case of acute malnutrition. On the other hand if a child has mild acute malnutrition ($0.8 \leq P(T) \leq 0.9$), and his height with respect to age $T(E)$ is ≥ 1.1 , then the product $P(T) \times T(E)$ will tend to be high. In this case, the probability for this child to be detected as malnourished by Gómez' classification (i.e., $P(E)$) is very low.

In conclusion the sensitivity of the Gómez' method is low when gigantism is associated with acute malnutrition. For the sample analyzed it was found that the Gómez method does not detect as malnourished 15% of the cases of acute malnutrition and 14% of the cases of chronic malnutrition.

For a child classified as well nourished by his weight for height and height for age, with both value of $P(T)$ and $T(E)$ near the lower limit of 0.9 and 0.95, there is a high probability for such a child to be classified as malnourished according to the Gómez method, as the $P(T(E))$ value tends to be low. For the sample of this study 10% of the well nourished children were classified as malnourished by the Gómez method. Never-the-less, as a method that detects at risk children, this low specificity may be considered as an advantage rather than a defect.

From the observation of columns 1 to 5 and row 5 and 6 of Table III it is possible to suggest:

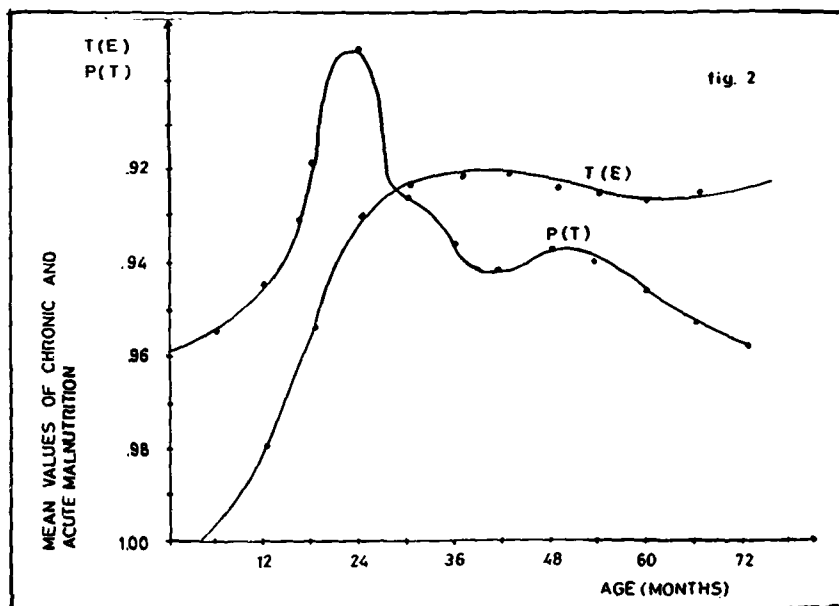
1. mid arm circumference $CB(E)$ is better associated with global malnutrition than head circumference ($CC(E)$);
2. head circumference $CC(E)$ have high association with chronic malnutrition; while mid-arm circumference correlates better with acute malnutrition.

Because $CB(E)$ correlates with both $T(E)$ and $P(T)$, it

is a poor indicator of either acute or chronic malnutrition.

The surprisingly poor association between $T(E)$ and $P(T)$ can be explained with a chronologic perspective of the occurrence of malnutrition in the studied population. Figure 2 shows the mean value of variables $P(T)$ and $T(E)$ for the different age groups.

It can be seen that acute malnutrition tends to rise during the first two years and then decline, while chronic malnutrition takes a longer time to appear; it may be said to follow a monotonic curve. Under these conditions, a close association between chronic and acute malnutrition can not be expected.



CONCLUSION

From an analysis of the instruments and methods used for anthropometric evaluation of the state of nutrition of individuals it was concluded that mid-arm circumference and head circumference have the smallest instrumental error and the best characteristics of field performance in opposition to the weight for age methods. These have instrumental errors comparable in magnitude to the standard deviation of their distribution for normal populations.

From the regression and correlation analysis for the different anthropometric methods it was concluded that:

1. The Gómez' method (P(E)) of comparing weight for age, tends to detect cases of acute and chronic malnutrition, but loses sensitivity in the cases of acute malnutrition associated with taller-for-age children.
2. Mid-arm circumference and elbow (CO(E)) circumference are measures of global malnutrition, head circumference is a measure of chronic malnutrition.

R E S U M E N

Análisis Comparativo de Mediciones Antropométricas

Este trabajo tiene como objetivo principal proporcionar información y criterios de decisión para quien tenga que escoger instrumentos y métodos para trabajo de campo.

En la primera parte del artículo se sugiere un procedimiento para comparar las características de los instrumentos y para extrapolar a las características de los métodos antropométricos. Se concluye que los métodos de perímetro braquial y craneal tienen menor incertidumbre o imprecisión de medición, mientras que el método peso-talla tiene una imprecisión de lectura comparable con la desviación típica de la distribución normal de peso por talla para niños pre-escolares. Además esa imprecisión se acentúa en los rangos de edad más bajos. En la segunda parte se analiza una matriz de correlación para asociar cada método específico (peso-talla, peso-edad, perímetro braquial, perímetro de codo etc.) con una de las tres definiciones de desnutrición: crónica, aguda, global. Las conclusiones más importantes son las siguientes:

1. El método peso-edad es una medida de desnutrición global.
2. Si un niño presenta al mismo tiempo una deficiencia de peso por talla y de talla por edad, la probabilidad que el método de Gómez detecte una deficiencia de peso por edad es muy alta; pero el método de Gómez pierde sensibilidad en casos de desnutrición aguda asociada con gigantismo y desnutrición crónica asociada con obesidad.
3. Hay una alta correlación entre el perímetro braquial y de codo y ambas medidas podrían ser usadas como medidas de desnutrición global, si las características de especificidad y sensibilidad son adecuadas a los requerimientos del estudio.

Se quiere recalcar en fin que es importante definir al comienzo qué se desea medir. Una vez decidido, debe escogerse el método apropiado para ello, teniendo en cuenta por cada método sus características. Los métodos clásicos de peso-talla, peso-edad, talla-edad, tienen teóricamente una alta especificidad y sensibilidad, más los errores de medida en los instrumentos usados

(medidas de peso y talla) pueden afectar seriamente esas características. Los métodos "prácticos" de circunferencia de brazo, codo, etc., tienen muchas ventajas de uso como rapidez de medición, transportabilidad y también presentan errores de medida inferiores a los métodos clásicos, más los valores de correlación encontrados hacen sospechar que el límite teórico de sensibilidad y especificidad que se puede alcanzar con estos métodos es limitado. Dependiendo del peso que se le da a cada una de estas características se debe escoger el método y los instrumentos.

APPENDIX A

Each anthropometric method was defined to have a relation of the type

$$Z = X/X_0(Y) \quad 1)$$

then:

$$dz = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial x_0} dx_0 \quad \text{where } \partial \text{ is the symbol for} \quad 2)$$

partial derivative; we know that for a large n it is possible to put:

$$SD(Z) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (dz)^2} \quad 3)$$

when S.D. stands for standard deviation.

Squaring both members of 2), summing up and dividing by n we have:

$$\frac{\sum (dz)^2}{n} = \frac{1}{n} \sum \left(\frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial x_0} dx_0 \right)^2 = \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 \frac{\sum (dx)^2}{n} + \left(\frac{\partial z}{\partial x_0} \right)^2 \frac{\sum (dx_0)^2}{n} + \frac{2}{n} \sum \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial x_0} dx dx_0 \quad 4)$$

If we assume that the errors in the measurements of X and X_0 are independent i.e.

$$\sum^n \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial x_0} dx dx_0 = 0 \quad 5)$$

Therefore we have for equation 4) (using definition 3)

$$SD(Z)^2 = \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 SD^2(X) + \left(\frac{\partial z}{\partial x_0} \right)^2 SD^2(X_0) \quad 6)$$

Calculating the derivative of 1) we have

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{1}{X_0(Y)} ; \frac{\partial z}{\partial x_0} = - \frac{X}{X^2_0(Y)} = - \frac{1}{X_0(Y)} \quad 7)$$

Substituting 7) into 6) we have:

$$SD(Z) = \frac{1}{X_0} \sqrt{SD^2(X) + SD^2(X_0)} \quad 8)$$

Because $X_0 = X_0(Y)$ it is possible to put:

$$SD(X_0) = f'(Y) SD(Y) = \frac{\Delta X_0}{\Delta Y} SD(Y) \quad 9)$$

where:

$f'(X)$ is the first derivative of X_0 with respect to Y

ΔX_0 is the maximal interval of variation of X_0

ΔY is the maximal interval of variation of Y

Substituting 9) into 8) we have:

$$SD(Z) = \frac{1}{X_0} \sqrt{SD^2(X) + \frac{\Delta X_0}{\Delta Y} SD^2(Y)} \quad 10)$$

which is the formula used in the calculations.

For the variable $P(T(E))$ we have

$$Z = Z_1 \times Z_2 \quad SD(Z) = \sqrt{SD^2(Z_1) + SD^2(Z_2)} \quad 11)$$

where Z_1 and Z^2 refer to the variables $P(T)$ and $T(E)$.

From formula 10) it is possible to observe how the S.D. varies with the age of the child.

If for example the method of weight by age is used, the factor $\frac{1}{X_0}$ (which represents in this case the reciprocal of

standard weight for age) is small for children of 5-6 years old because X_0 is high, but it tends to increase as age decreases so that if $X_0 = 4.000$ grs. for a 1 month old child and $X_0 = 20.000$ grams for a 70 months old child, the uncertainty is five times higher in the measurement of the small child than in the other. Therefore, special care should be used in the anthropometric measurement of children less than 1 year.

For the calculation of the percent error the following relation was used:

% error = SD/\bar{Z} where \bar{Z} is the mean value of the variable Z for the population under study.

In the case of the characteristics of instruments such as field performance, transportability, time and durability, the following formula was used:

$Z = \text{integer part of } (0.5 + \sqrt{X^2 + Y^2})$ where X, Y are the numeric values for the characteristics of the instruments and Z is the characteristic of the method.

For example, for the method $P(T)$, and for the characteristics field performance we have:

Field performance of weighing scale = 2

Field performance of infant meter = 4

Field performance of $P(T)$ =

integer part of $(0.5 + \sqrt{2^2 + 4^2}) =$

Integer part of $(0.5 + 4.48) = 4$

B I B L I O G R A P H Y

1. Luna-Jaspe, H. G., M. J. Ariza, P. J. Mora, T. F. Pardo. **Estudio Seccional de crecimiento, de desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. Distribución centilar del peso y la talla desde el nacimiento hasta los 20 años.** Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Bogotá, 1976.
2. Luna-Jaspe, H. G., M. J. Ariza, R. Rueda-Williamson, P. J. Mora, T. F. Pardo. **Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. El crecimiento de niños de dos clases socio-económicas durante sus primeros años de vida.** Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Bogotá, 1976.
3. Martorell, R., A. Lechtig, J. P. Habicht, C. Yarbrough, R. E. Klein. **Normas antropométricas de crecimiento: Centromericanos o de países desarrollados. Décimo Séptimo Congreso Nacional de Pediatría.** Ciudad de Guatemala, 9-16 Febrero, 1974.
4. Mc Cance, R. A., E. M. Widdowson. **Caloric deficiencies and protein deficiencies.** Little Brown and Company, Boston 1968.
5. Rueda-Williamson R. **El método auxométrico combinado en la evaluación del crecimiento y del estado nutricional de los niños. VII Congreso Panamericano de Pediatría, Quito, Ecuador, Julio 28- Agosto 3, 1968.**
6. Waterlow, J. C., H. E. Ruthishauser. **Malnutrition in Man. Swedish Nutrition Foundation Symposia. N° XII 1974 on Malnutrition and Mental Development.** pp. 13-26.
7. R. Martorell, J. P. Habicht, C. Yarbrough, G. Klein. **The identification and evaluation of measurement variability in the anthropometry of preschool children: American Journal of Phys. Anthropol.** 43, 347-352.
8. Mohamed el Lozy. **Computer simulation of the effects of errors in birth registration on age - dependent anthropometric methods. The American Journal of Clinical Nutrition, 29, 585-590, 1976.**
9. G. W. Snedecor, W. G. Cochran. **Statistical methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.**

EFFECTOS ESPECIFICOS DE DIFERENTES TIPOS DE MALNUTRICION SOBRE LAS PROTEINAS PLASMATICAS, ESTUDIADOS EN UN MODELO EXPERIMENTAL EN RATAS

N. H. Slobodianik, N. Marcilla de Parada, M. E. Río, J. C. Sanabuja.
y A. Martínez-Seeber

Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires - Argentina.

RESUMEN

Los múltiples estudios realizados sobre proteínas plasmáticas en malnutrición calórico-proteica han suministrado informaciones contradictorias. Las discrepancias podrían deberse tanto al tipo y grado de malnutrición, como a las patologías que habitualmente concurren en el malnutrido o a mecanismos de regulación fisiológica.

Con el objeto de desglosar los efectos de la cantidad y calidad de las proteínas de la dieta sobre el contenido y cuadro de las proteínas plasmáticas, de los debidos a patologías concurrentes, se diseñó un modelo experimental en ratas.

Se utilizaron tres dietas: de bajo contenido proteico (EY), deficiente en lisina (YG) y control de nuestro vivero (C). Los resultados se analizaron en relación a la edad, estado nutricional previo y tiempo de ingesta de las dietas. Los animales se sacrificaron al destete, (25 días) y a los 30, 40 y 60 días de vida, previa determinación del volumen plasmático. Se valoraron las proteínas plasmáticas totales y sus fracciones.

Los resultados de este estudio permiten explicar la mayor parte de los hallazgos contradictorios de la literatura, como consecuencia de mecanismos de adaptación que se producen en los cuadros crónicos y que no se producen en los procesos de desnutrición aguda.

Se evidencia que la deficiencia de lisina produce mayores modificaciones que la deficiencia global de proteínas y que es el fibrinógeno la fracción cuantitativamente más afectada en ambos tipos de malnutrición. La metodología utilizada no permite sin embargo, discriminar si existe alguna fracción dentro de las α , β , o γ globulinas que resulte particularmente sensible como tampoco generalizar conclusiones para otros aminoácidos limitantes.

Recibido 3-1-77.

INTRODUCCION

Las proteínas plasmáticas han sido siempre consideradas de gran interés en la evaluación de la malnutrición calórico-proteica; ello se debe tanto a la posibilidad de que de alguna manera reflejen las alteraciones del metabolismo que se producen como consecuencia de la deficiencia nutricional, como a la fácil aseguibilidad de la muestra y el desarrollo alcanzado en la metodología de rutina, que las hacen un material ideal para estudios clínicos y de poblaciones.

Sin embargo, los numerosos trabajos publicados han suministrado información variada y controvertida (1). Mientras que algunos autores destacan la disminución de la concentración de las proteínas plasmáticas en la desnutrición, otros mencionan la elevada incidencia de hiperproteinemias de etiología desconocida en poblaciones crónicamente malnutridas (2, 3). De modo similar, los cambios en algunas fracciones que son señalados como específicos por unos autores, no son confirmados por otros, quienes a su vez destacan variaciones en fracciones diferentes (3). Estas discrepancias podrían deberse tanto a las múltiples formas en que la malnutrición calórico-proteica se manifiesta, como a las infecciones y cuadros agregados que habitualmente concurren en el malnutrido.

Por otra parte, estudios efectuados en ratas en depleción protéica demostraron que la regeneración de determinadas fracciones de las proteínas séricas es dependiente del aporte de aminoácidos esenciales de la dieta (4). Por ejemplo, la deficiencia de lisina y de aminoácidos azufrados bloquea parcialmente la recuperación de los niveles de albúmina, α y β globulinas, mientras que la γ globulina es independiente del aporte de estos aminoácidos. El hecho de que la baja calidad de las proteínas consumidas por grandes grupos de poblaciones se deba a la deficiencia de lisina y metionina, los aminoácidos más comunmente limitantes en las proteínas alimenticias, justificaría el hecho de que sean las fracciones mencionadas las que en general se señalan como específicamente afectadas, así como también la independencia de los niveles de γ globulina.

Sin embargo, quedaría sin explicar el aumento global de las α globulinas que ha sido descrito en el kwashiorkor (3), así como las hiperproteinemias en las que cada una de las fracciones da cuenta en forma proporcional del aumento de las proteínas plasmáticas totales (2).

De todo lo dicho surgió la necesidad de realizar un modelo experimental que permitiera desglosar los efectos específicos de la deficiencia nutricional, de aquellos producidos por las causas concurrentes, así como establecer la utilidad de la determinación de proteínas plasmáticas como indicador de desnutrición marginal. Para ello, se investigaron las variaciones de las proteínas plasmáticas y sus fracciones, en relación con la edad, la dieta y el tiempo de ingesta de la misma, en ratas subnutridas durante la lactancia, sometidas a deficiencia global de proteínas o una deficiencia específica del aminoácido lisina.

MATERIAL Y METODOS

Se usaron ratas de la cepa Wistar, desnutridas durante la lactancia mediante el procedimiento de Widowson y Mc Cance (5). Las ratas se destetaron a los 25 días de vida y recibieron durante todo el período experimental las diferentes dietas y agua destilada "ad libitum". Se utilizaron como control, grupos de ratas bien nutridas (6-8 crías por madre) alimentadas con la dieta stock de nuestro vivero.* Cada lote que se constituyó por 6 animales que se sacrificaron luego de 4 hs. de ayuno a los 25 (t₀), 30, 40 y 60 días de vida, previa determinación del volumen plasmático por el método de Wang (6), usando azul de Evans y bajo anestesia de uretano (1 g/kg de peso). De la sangre heparinizada se separó el plasma por centrifugación, determinándose: a) las proteínas totales por la reacción de Biuret, según el método de Weichselbaum modificado por Dittebrandt (7) y b) las fracciones del plasma, por electroforesis sobre acetato de celulosa y posterior elución con ácido acético al 80%; las lecturas se efectuaron en un espectrofotómetro Spectronic 20 Bausch & Lomb a 620 nm.

* Forramez. Molinos Río de la Plata.

T A B L A 1
DIETAS EMPLEADAS

	EY (g%)	YG (g%)
Yema de huevo desengrasada ¹	6.12	3.06
Gluten de trigo ²	—	13.90
L-lisina ³	0.18	0.09
Minerales ⁴	5.00	5.00
Mezcla de vitaminas hidrosol. ⁴	0.25	0.25
Clorhidrato de colina	0.15	0.15
Aceite de maíz ⁵	5.00	5.00
Dextrina	83.30	72.55
Lisina disponible total	0.40	0.40
Contenido proteico total	4.38	11.75
Contenido de proteína completa total ⁶	4.40	4.40
% proteína completa como % de proteína total	100.00	37.00

1. Contiene 71.8% de proteína y 5.02% de lisina disponible.
2. Contiene 69.0% de proteína y 1.44% de lisina disponible.
3. Como clorhidrato de L-lisina.
4. Según Harper A. E.
5. Conteniendo la mezcla de vitaminas liposolubles.
6. Según Munro et Allison.

Forramez, dieta stock, contiene 24.6% de proteína y 0.8% de lisina disponible.

DIETAS

La composición de las dietas utilizadas, similares a las de trabajos previos (8), se detalla en la tabla 1. La dieta stock (C) contenía 24.6 g% de proteína con 0.8 g% de lisina disponible; la dieta baja en proteínas (EY) contenía como única fuente de proteína yema de huevo parcialmente desgrasada y la dieta (YG) una mezcla de yema de huevo y gluten de trigo en cantidades suficientes para alcanzar el mismo nivel de lisina que la dieta (EY); en ambas dietas el contenido de lisina disponible fue de 0.4%, pero en la dieta YG el déficit relativo de lisina se produjo como consecuencia del agregado de gluten de trigo, deficitario en este aminoácido, que provocó un fenómeno de desequilibrio debido al excedente de otros aminoácidos esenciales no utilizables a causa del déficit de lisina.

El contenido en nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahl y la lisina disponible por el método de Carpenter modificado por Ragabendar Rao et al. (9).

Los resultados se sometieron a análisis de varianza utilizando el test de la mínima diferencia significativa (MDSS) según Scheffé (10), con coeficiente de confianza 0.99 ($p < 0.01$).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se muestran las variaciones de las proteínas totales expresadas como g/100 ml de plasma, en función de la edad. Como puede apreciarse en los lotes controles, hay un aumento significativo entre los 25 y 30 días, a partir del cual se mantienen constantes e independientes de la edad. La subnutrición previa, evaluada al destete, no provocó disminución significativa con respecto al control de la misma edad. Ni la dieta de bajo contenido proteico EY ni la deficiente en lisina YG indujeron cambios significativos en el comportamiento global, aunque se observaron algunas diferencias individuales a los 30 y 40 días de vida. Con cualquiera de las dietas se alcanzó el nivel normal a los 60 días.

Estos resultados concuerdan con observaciones descritas en la literatura, referentes a desnutrición marginal, que indican que independientemente de la existencia de grandes variaciones en la composición de las dietas, no se observan disminuciones significativas en las proteínas plasmáticas totales. (2, 11, 12).

En la Tabla 2, se presentan los valores obtenidos para las respectivas fracciones de las proteínas plasmáticas de los lotes controles y experimentales. El comportamiento de todas las fracciones es análogo al de la concentración de las proteínas totales, a pesar de observarse algunas diferencias significativas que resultan erráticas. Esto estaría de acuerdo con los hallazgos de otros autores, que ya han sido mencionados (1-3).

La pregunta que surge inmediatamente es, si el anabolismo de las proteínas plasmáticas es protegido prioritariamente cuando existe un déficit proteico o específico de algún aminoácido esencial en la dieta ingerida, o si el organismo cuenta

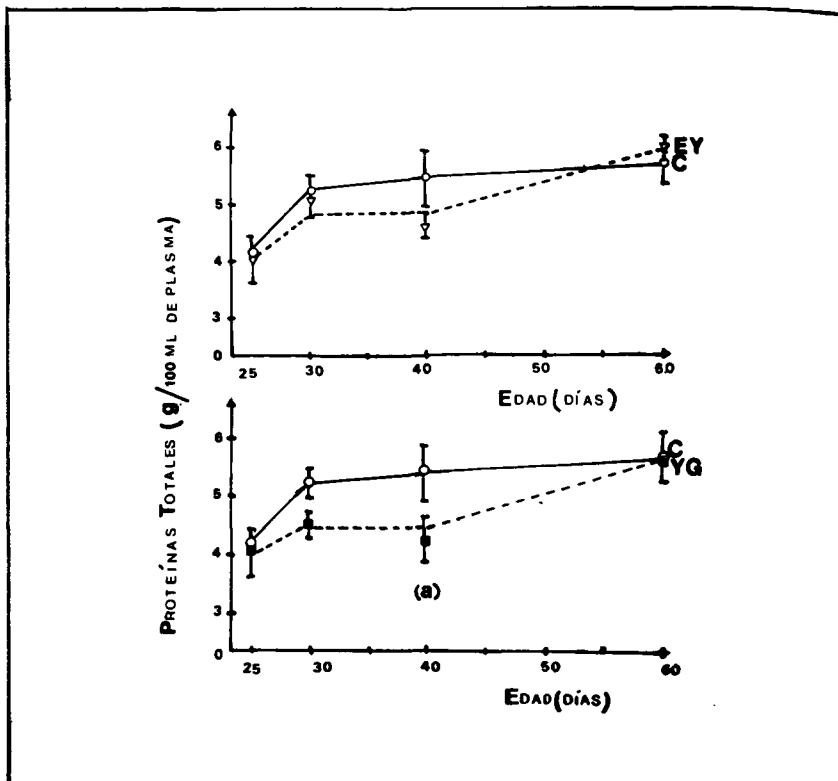


Figura 1: Proteínas totales (g/100 ml) en función de la edad en animales controles (—) y experimentales (— — — —).

(a) : $p < 0.01$

con algún mecanismo que le permite mantener constante la concentración de dichas proteínas. Para tratar de dilucidar este punto se calculó el contenido total de proteínas circulantes, tomando en cuenta el volumen plasmático de los animales (Tabla 3).

En la figura 2 puede observarse que en los lotes controles se produce un aumento gradual de las proteínas totales entre los 25 y 60 días de vida. A los 25 días (T_0) no existían diferencias significativas entre los lotes experimentales y controles, pero en los animales que recibieron las dietas experimentales no se produjo el aumento, manteniéndose las proteínas plasmáticas totales al nivel del (T_0). El aumento obser-

TABLA II
CUADRO DE LAS PROTEÍNAS PLASMÁTICAS DE LOS ANIMALES CONTROLES Y EXPERIMENTALES
(g/100 ml de plasma)

Lotes	Edad (días)	Proteínas plasmáticas (g/100 ml)					Fibrinógeno	
		Albumina	Globulinas					
			$\alpha 1$	$\alpha 2$	β	γ		
Controles								
Tiempo "0"	25	2.36 \pm 0.20	0.34 \pm 0.06	0.22 \pm 0.07	0.49 \pm 0.05	0.37 \pm 0.05	0.29 \pm 0.05	
	30	2.96 \pm 0.18	0.55 \pm 0.03 (a)	0.31 \pm 0.05	0.57 \pm 0.08	0.50 \pm 0.12	0.39 \pm 0.10	
	40	3.10 \pm 0.45 (a)	0.62 \pm 0.15 (a)	0.27 \pm 0.05	0.57 \pm 0.12	0.51 \pm 0.07	0.32 \pm 0.03	
	60	3.15 \pm 0.12 (a)	0.71 \pm 0.08 (a)	0.29 \pm 0.09	0.59 \pm 0.10	0.53 \pm 0.11	0.40 \pm 0.08	
Subnutridos								
Tiempo "0"	25	2.15 \pm 0.17	0.42 \pm 0.02	0.26 \pm 0.05	0.55 \pm 0.07	0.35 \pm 0.06	0.24 \pm 0.05	
	EY	30	2.89 \pm 0.24 (b)	0.58 \pm 0.05 (b)	0.29 \pm 0.04	0.50 \pm 0.08	0.44 \pm 0.09	0.35 \pm 0.04
		40	2.60 \pm 0.24	0.45 \pm 0.04 (b)	0.29 \pm 0.03	0.55 \pm 0.06	0.40 \pm 0.05	0.36 \pm 0.04
		60	3.43 \pm 0.36 (b)	0.78 \pm 0.12 (b)	0.37 \pm 0.12	0.54 \pm 0.05	0.53 \pm 0.06	0.27 \pm 0.05
YG	30	2.15 \pm 0.16 (c)	0.60 \pm 0.06	0.35 \pm 0.12	0.59 \pm 0.04	0.49 \pm 0.06	0.34 \pm 0.05	
	40	1.92 \pm 0.29 (c)	0.53 \pm 0.06 (b)	0.44 \pm 0.05	0.54 \pm 0.09	0.45 \pm 0.08	0.32 \pm 0.09	
	60	3.17 \pm 0.24 (b)	0.65 \pm 0.04 (b)	0.31 \pm 0.03	0.69 \pm 0.09	0.53 \pm 0.07	0.33 \pm 0.07	

- (a) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control (t_0).
- (b) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote subnutrido (t_0).
- (c) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control de la misma edad.

TABLA 3
EDAD, PESO Y VOLUMEN PLASMÁTICO DE LOS
ANIMALES CONTROLES Y EXPERIMENTALES

Lotés	Edad (días)	Peso (g)	Volumen plasmático (ml)
<u>Controles</u> ²			
Tiempo "0"	25	45,4±1,1 ¹	2,96±0,11 ¹
	30	69,2±2,8	3,90±0,19
	40	99,0±4,0	4,48±0,26
	60	140,9±6,0	6,24±0,18
<u>Subnutridos</u>			
Tiempo "0"	25	38,2±1,3	2,05±0,05 ^(a)
EY	30	33,9±0,6 ^(a)	1,57±0,06 ^(a)
	40	37,8±2,6 ^(a)	1,66±0,10 ^(a)
	60	34,9±2,6 ^(a)	1,24±0,01 ^(a)
YG	30	32,8±1,8 ^(a)	1,73±0,10 ^(a)
	40	52,9±2,3 ^(a)	1,68±0,09 ^(a)
	60	76,7±4,2 ^{(a)(b)}	1,69±0,06 ^{(a)(b)}

1. Media ± error estándar de la media.

2. Dieta stock de nuestro vivero: Forramez.

Significación estadística de las comparaciones pareadas analizadas por la prueba "t" de Student.

(a) Diferencia significativa ($p < 0,05$) con respecto al control de la misma edad.

(b) Diferencia significativa ($p < 0,01$) con respecto al lote EY de la misma edad.

vado en los animales controles se halla ligado al incremento de peso a lo largo del periodo experimental (Tabla 3). Desde este punto de vista los grupos que recibieron la dieta EY no se apartaron de un comportamiento normal, ya que por ser de mantenimiento no hubo cambios significativos de peso. Por el contrario, los animales que recibieron la dieta YG se apartaron del comportamiento normal, ya que el contenido total de proteínas plasmáticas permaneció constante, a pesar de que los animales mostraron aumentos significativos de peso, llegando, a los 60 días de vida, a duplicar el peso inicial.

En la Tabla 4 se muestran los valores de las fracciones de las proteínas plasmáticas, expresados también en mg/rata.

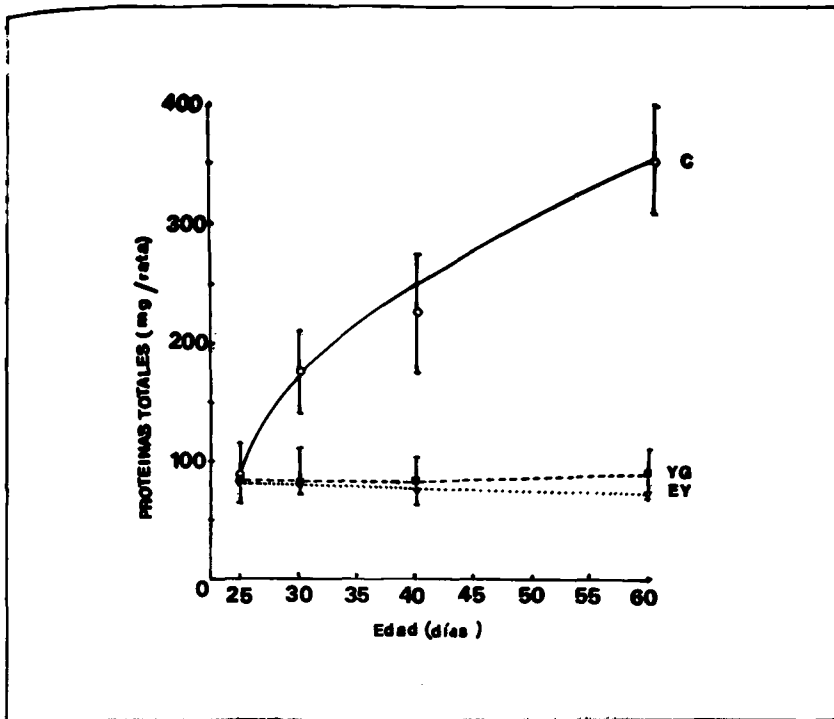


Figura 2: Proteínas totales (mg/rata) en función de la edad en animales controles (—); lotes EY (.....); lotes YG (— —).

De ella surge que las distintas fracciones siguen el mismo comportamiento descrito para las proteínas totales.

Debido a los diferentes efectos de las dietas sobre el crecimiento, la expresión en mg/rata se halla viciada por el factor del peso corporal en el momento de la determinación; para poder discriminar los efectos específicos de las dietas sobre las proteínas plasmáticas, se hace necesario eliminar esta variable y expresar los resultados a peso constante. Los resultados obtenidos al expresar la proteínas totales por 100 g de peso corporal, se muestran en la Figura 3. En los lotes controles el comportamiento fue análogo al ilustrado en la Figura 1, ya que se observó aumento entre los 25 y 30 días, manteniéndose luego los valores constantes e independientes de la edad. En los lotes que recibieron la dieta EY, los valores se mantuvieron a nivel del T_0 , siendo significativamente menores a los de los controles a los 30 y 40 días de vida, pero no a los 60.

TABLA 5
PROTEINAS PLASMATICAS DE LOS ANIMALES CONTROLES Y EXPERIMENTALES
(mg/100 g de peso corporal)

Lotes	Edad (días)	Proteínas plasmáticas (mg/100g peso corporal)					Fibrinógeno
		Albumina	Globulinas				
			α_1	α_2	β	γ	
<u>Controles</u>							
Tiempo "0"	25	138.0 \pm 13.07	20.0 \pm 3.9	13.0 \pm 4.1	28.0 \pm 3.2	22.0 \pm 3.4	17.0 \pm 3.3
	30	166.0 \pm 6.6	31.0 \pm 2.6 (a)	17.0 \pm 3.5	32.0 \pm 4.5	28.0 \pm 6.4	22.0 \pm 5.9
	40	160.0 \pm 23.5	32.0 \pm 7.4 (a)	14.0 \pm 2.6	29.0 \pm 5.5	26.0 \pm 3.5	17.0 \pm 1.8
	60	142.0 \pm 19.8	32.0 \pm 4.7 (a)	13.0 \pm 3.3	27.0 \pm 7.6	24.0 \pm 7.0	19.0 \pm 5.3
<u>Subnutridos</u>							
Tiempo "0"	25	116.0 \pm 11.4	23.0 \pm 1.9	14.0 \pm 2.5	30.0 \pm 4.1	19.0 \pm 3.5	13.0 \pm 3.0
EY	30	133.0 \pm 6.1	27.0 \pm 2.3 (c)	13.0 \pm 2.8	23.0 \pm 4.1 (b)	21.0 \pm 6.1	17.0 \pm 2.5
	40	90.0 \pm 8.2 (c)	16.0 \pm 1.5 (c)	10.0 \pm 2.1	19.0 \pm 3.8 (b)	12.0 \pm 2.9	14.0 \pm 3.9 (c)
	60	121.0 \pm 31.6	27.0 \pm 4.4	13.0 \pm 4.1	19.0 \pm 4.7 (b)	18.0 \pm 4.5	9.0 \pm 2.5 (c)
YG	30	113.0 \pm 5.0 (c)	32.0 \pm 3.7 (b)	19.0 \pm 6.2	31.0 \pm 1.8 (b)(c)	26.0 \pm 2.7 (c)	18.0 \pm 2.9 (c)
	40	61.0 \pm 9.1 (b)(c)	17.0 \pm 2.4 (c)	15.0 \pm 2.1	17.0 \pm 3.9 (b)(c)	14.0 \pm 2.6 (c)	10.0 \pm 3.6 (c)
	60	70.0 \pm 9.3 (b)(c)	14.0 \pm 1.0 (c)	7.0 \pm 1.3	15.0 \pm 3.4 (b)(c)	12.0 \pm 2.3 (c)	7.0 \pm 1.9 (c)

- (a) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control (t_0).
(b) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote subnutrido (t_0).
(c) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control de la misma edad.

TABLA 4
 PROTEINAS PLASMATICAS DE LOS ANIMALES CONTROLES Y EXPERIMENTALES
 (mg/rata)

Lotes	Edad (días)	Proteínas plasmáticas (mg/rata)					Fibrinógeno
		Albumina	Globulinas				
			$\alpha 1$	$\alpha 2$	β	γ	
Controles							
Tiempo "0"	25	51.81 \pm 16.1	7.43 \pm 2.6	4.65 \pm 1.5	10.74 \pm 3.4	8.03 \pm 2.1	6.12 \pm 1.2
	30	98.19 \pm 19.6 (a)	18.19 \pm 2.2 (a)	10.10 \pm 2.5 (a)	18.74 \pm 4.2 (a)	16.42 \pm 5.0 (a)	12.84 \pm 3.3 (a)
	40	147.84 \pm 27.1 (a)	29.89 \pm 8.6 (a)	12.76 \pm 5.1 (a)	27.24 \pm 7.8 (a)	24.28 \pm 8.0 (a)	15.40 \pm 2.7 (a)
	60	193.88 \pm 16.2 (a)	43.81 \pm 5.5 (a)	17.42 \pm 3.4 (a)	36.33 \pm 8.6 (a)	32.49 \pm 5.0 (a)	25.15 \pm 6.3 (a)
Subnutridas							
Tiempo "0"	25	44.59 \pm 12.1	8.60 \pm 0.9	5.35 \pm 1.2	11.31 \pm 1.6	7.17 \pm 1.3	5.06 \pm 1.1
EY	30	45.08 \pm 2.1 (b)	9.03 \pm 0.9 (b)	4.51 \pm 0.9 (b)	7.84 \pm 1.7 (b)	7.01 \pm 2.1 (b)	5.53 \pm 0.9 (b)
	40	42.97 \pm 5.9 (b)	7.41 \pm 1.1 (b)	4.82 \pm 0.9 (b)	9.02 \pm 1.4 (b)	6.66 \pm 1.6 (b)	5.90 \pm 1.0 (b)
	60	42.51 \pm 5.1 (b)	9.68 \pm 1.4 (b)	4.50 \pm 1.4 (b)	6.63 \pm 0.7 (b)	6.59 \pm 0.7 (b)	3.32 \pm 0.6 (b)
VG	30	37.15 \pm 5.8 (b)	10.49 \pm 2.5 (b)	5.93 \pm 1.4 (b)	10.10 \pm 1.5 (b)	8.37 \pm 1.3 (b)	5.90 \pm 1.4 (b)
	40	32.27 \pm 5.7 (b)	9.04 \pm 2.0 (b)	7.48 \pm 1.4 (b)	9.08 \pm 1.5 (b)	7.56 \pm 1.3 (b)	5.34 \pm 1.7 (b)
	60	53.31 \pm 4.7 (b)	10.90 \pm 1.5 (b)	5.17 \pm 0.8 (b)	11.50 \pm 0.9 (b)	8.92 \pm 0.8 (b)	5.60 \pm 1.2 (b)

(a) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control (t_0).

(b) Diferencia significativa ($p < 0.01$) respecto al lote control de la misma edad.

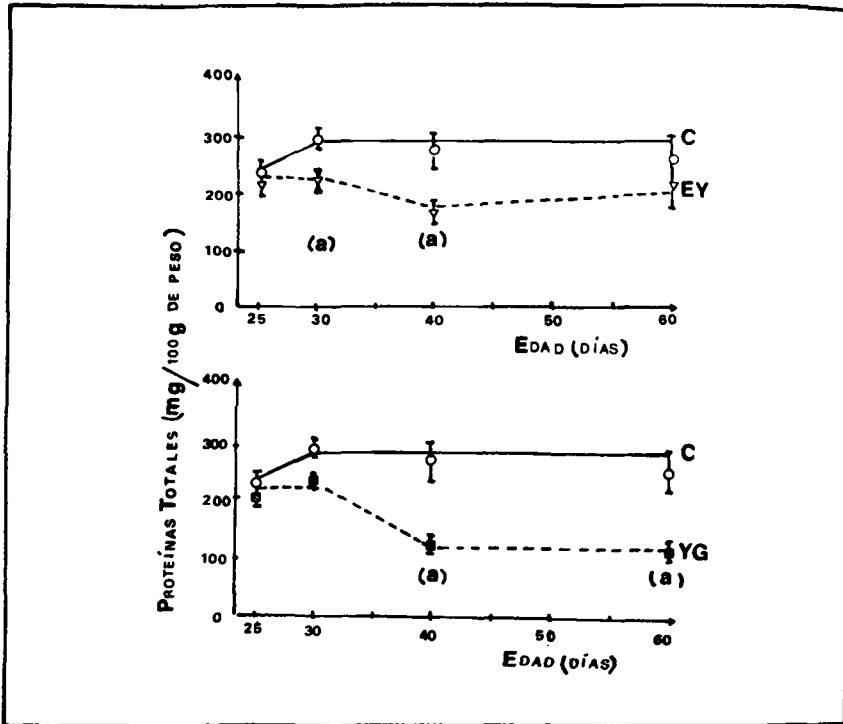


Figura 3: Proteínas totales (mg/100 g de peso corporal) en función de la edad en animales controles (—) y experimentales (— — —) (a) : $p < 0.01$

Por el contrario, en los lotes alimentados con la dieta YG se produjo descenso significativo a los 40 días, manteniéndose dicho valor constante hasta el final del período experimental. En ambos lotes experimentales los valores de proteínas plasmáticas, expresadas a peso constante, siguen un comportamiento similar al descrito para el volumen plasmático (8).

En la tabla 5, se señalan los resultados de las diferentes fracciones expresadas en mg/100 g de peso corporal. Además, a los efectos de visualizar la tendencia de las modificaciones que se producen, se presentaron los valores como por ciento del control de la misma edad, considerado éste como 100% (Figura 4). De ésta se pone en evidencia que aunque la subnutrición previa no llega a afectar significativamente ningun-

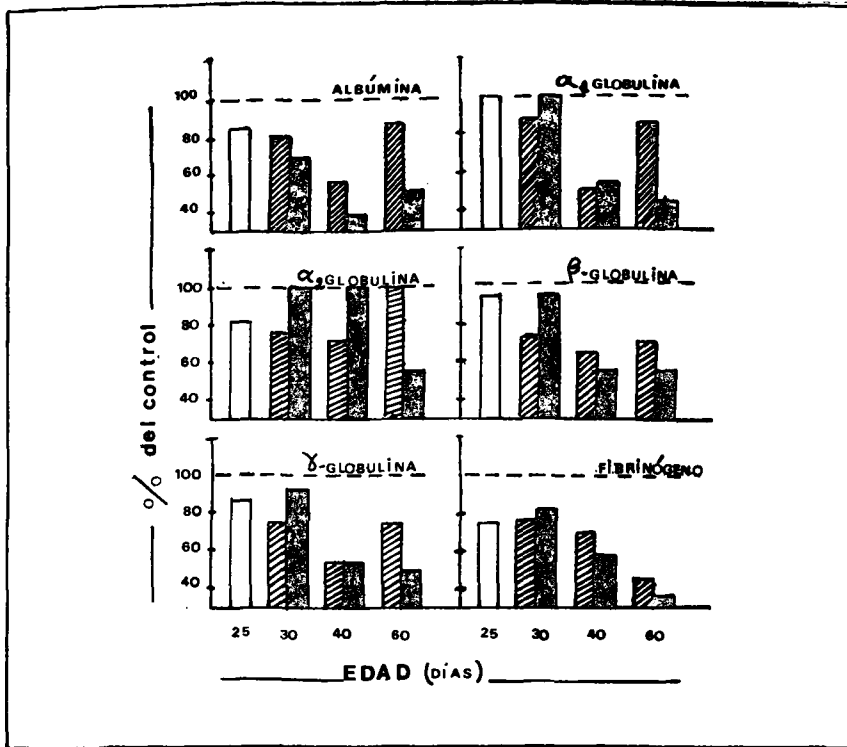


Figura 4: Fracciones de proteínas plasmáticas en mg/100 g de peso corporal, expresadas como % del control. Control normal (— — —); control subnutrido □; lotes EY ▨; lotes YG ▩

na fracción, todas a excepción de las α_1 globulinas se hallan sistemáticamente por debajo del nivel normal. Por ejemplo, se observaron disminuciones del 25% para el fibrinógeno, 15% para la albúmina, α_2 y γ globulinas y alrededor del 5% para las β globulina. El contenido de albúmina se ve influido más por el cuadro de aminoácidos y el déficit de lisina que por la carencia global de proteína, siendo mayor el efecto de la calidad que el de la cantidad.

Las globulinas en conjunto parecen hallarse preservadas con la dieta deficiente en lisina; esto concuerda con hallazgos anteriores que señalaban que la prioridad en la repleción de las globulinas podía llevar a disminución en la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de albúmina (13). Este

efecto sobre las globulinas, sin embargo, no es duradero, alcanzándose a los 60 días valores de alrededor de 45% del control normal. A partir de los 40 días, el déficit de lisina afecta, más que el déficit protéico, a las α_1 y β globulinas y más tardíamente, también a las α_2 globulinas. Sobre el fibrinógeno influye tanto la cantidad como la calidad de la proteína ingerida, siendo el efecto de calidad cuantitativamente mayor a partir de los 40 días de vida; esto se debería al alto contenido en lisina de la molécula de esta fracción protéica (14). Estos efectos son similares a los señalados por Aschkenasy (4) y también por nosotros en trabajos previos (15), aún expresando la concentración de proteínas en la forma habitual de g/100 ml de plasma, bajo condiciones de grave depleción protéica, es decir en casos similares a la desnutrición aguda.

Si se estudia la tendencia de la evolución en el tiempo de los valores de las diferentes fracciones en función de la dieta, con respecto a los controles (Figura 4) se destaca que la deficiencia protéica se manifestó en general antes que la deficiencia de lisina; con el transcurso de la experiencia los niveles de albúmina α_1 , α_2 y γ globulinas tendieron a normalizarse en los animales que recibieron la dieta EY, mientras que los lotes que recibieron la dieta YG mostraron descenso sostenido de todas las fracciones.

El descenso de las proteínas plasmáticas en conjunto, permite explicar la disminución constante del volumen plasmático, a niveles muy inferiores a los normales, observado en ratas alimentadas con dietas similares a la YG (8).

CONCLUSIONES

Los resultados de este modelo experimental permiten explicar la mayor parte de los hallazgos contradictorios de la literatura; por ejemplo, las hiperproteïnemias paradójicas, descritas en poblaciones crónicamente malnutridas (2, 3, 11, 12, 16) serían consecuencia de un mecanismo de adaptación, por el cual el volumen plasmático se contrae a niveles determinados por un juego de equilibrios entre la presión oncótica dada por las proteínas plasmáticas y la presión osmótica de los tejidos; la caída precoz de la albúmina con respecto a las demás fracciones, favorecería, por tratarse de la que mayor presión oncótica ejerce, una disminución exagerada del volu-

men plasmático, que daría por resultado una aparente elevación de la concentración de las proteínas totales. A expensas de este mismo mecanismo, y de que los efectos de la dieta son más tardíos, algunas globulinas aparecen incrementadas aun cuando sus valores reales se hallen sólo al nivel normal o por debajo de él; este podría ser el caso de las embarazadas de bajo nivel socioeconómico investigadas por Arroyave y col. (16). En estados de desnutrición muy avanzada se produce la ruptura de estos equilibrios y, concomitantemente con la aparición de los cuadros clínicos, es posible detectar cambios en el proteinograma; también pueden detectarse cambios en cuadros de desnutrición aguda, que son similares a los observados en ratas en depleción protéica (4,15). Ello se debería a que tanto la deficiencia brusca de alimentos como las patologías concurrentes superan la capacidad del organismo para poner en juego mecanismos de adaptación.

Un análisis en conjunto de la tabla 5 y la figura 4 evidencia que, a un mismo nivel de lisina en la dieta, la calidad de la proteína tiene mayor efecto sobre la modificación de ciertas fracciones que el déficit absoluto de proteínas; este hecho concuerda con las características del proteinograma, netamente diferente, en el marasmo y en el kwashiorkor.

De los resultados de este estudio surge que es el fibrinógeno y no la albúmina, la fracción cuantitativamente más afectada por ambas deficiencias; sin embargo, sobre su valor como índice de estado nutricional no existen antecedentes, ya que su determinación no es incluida en los análisis de rutina que se realizan sobre muestras de suero. La necesidad de investigar el comportamiento del fibrinógeno en la malnutrición humana es una de las conclusiones de este modelo experimental.

Estos resultados no permiten discriminar, con la metodología utilizada, si existe alguna fracción dentro de las α , β o γ globulinas que resulte particularmente sensible y cuya determinación pudiera proveer información precoz y específica en las etapas preclínicas de la malnutrición. Tampoco es posible generalizar las conclusiones para otros aminoácidos limitantes, ya que los efectos de la deficiencia de lisina pueden deberse a necesidades específicas para la síntesis de las proteínas plasmáticas.

SUMMARY

Specific effects of different types of malnutrition. An experimental model in rats.

The studies on plasma proteins concentration in protein calorie malnutrition often show contradictory data, probably because the type and degree of malnutrition, besides the accompanying diseases and physiological conditions of the patients, affect the results. In order to distinguish between the effects of dietary protein quality and quantity and the accompanying diseases, an experimental model on rats was designed.

Three diets were used: low protein content (EY), lysine-deficient (YG) and stock (C). The results were related to age, previous nutritional state and intake period of the experimental diets.

Plasma volume, total plasma proteins and plasma protein fractions were determined in rats aged 25 days (T_0), 30, 40 and 60 days.

The contradictions in the literature are partly explained by these results, which show that apparently, acute malnutrition has no effect on these parameters while adaptation to chronic malnutrition induces changes in some of the plasma protein fractions.

Dietary lysine deficiency provokes greater changes than a low total protein intake. Fibrinogen is the plasma fraction most affected in both types of malnutrition.

Because of the methodology used, it was not possible to detect changes in specific fractions within the α , β and γ globulins or to state whether the results would be similar using diets deficient in some other essential amino acid.

BIBLIOGRAFIA

1. Viteri, F.; M. Behar; G. Arroyave and N. S. Scrimshaw: Clinical aspects of protein malnutrition. En: "Mammalian Protein Metabolism". Munro H. and J. B. Allison (Eds.), Vol. 2, chapter 22, New York . Academic Press Inc. 1964; p. 523-568.
2. Arroyave, G.; N. S. Scrimshaw; O. Pineda and M. A. Guzmán: Electrophoretic pattern of hyperproteinemic sera in a population group of rural Panamá. *Am J. Trop. Méd. and Hyg.* 9: 81-84, 1960.
3. Awwaad, S. and E. M. Abdel-Wahab: Electrophoretic studies on serum proteins in nutritional edema in Egyptian children. *Arch. Pediat.*, 77; 85-93, 1960.
4. Aschkenasy, A.: Effets comparés de la caséine et de divers mélanges d'acides aminés sur la régénération des protéines sériques après une inanition azotée chez le Rat. *Compt. Rend. Soc. Biol.* 164: 1208-1213, 1970.
5. Widdowson, E. M. and R. A. Mc Cance: Some effects of accelerating growth. I. General somatic development. *Proc. Roy. Soc. B*, 152: 188, 1960.
6. Wang, L.: Plasma volume, cell volume, total blood volume and F

- cells factor in the normal and splenectomized Sherman rat. *Amer. J. Physiol.* 196: 188-192, 1958.
7. Dittebrandt, M.: Application of Weichselbaum biuret reaction to the determination of spinal fluid protein. *Am. J. Clin. Path.*, 18: 439-442, 1948.
 8. Marcilla, N. E.; M. E. Río; J. C. Sanahuja and A. Martínez Seeber: Aminoacid imbalance and body composition: Effect of natural imbalanced diets on plasma volume of rats. *Nutr. Rep. Int.*, 12: 185-195, 1975.
 9. Rao, S. R.; F. L. Carter and V. L. Framton; Determination of available lysine in oilseed meal proteins. *Anal. Chem.* 35: 1927-1930, 1963.
 10. Scheffé, H.: *The analysis of variance*, chap. IV, Ed. Wiley, New York, 1959.
 11. Río, M. E.: **Detección, Tipificación, Evaluación y Seguimiento de la desnutrición.** 41 Triduo Científico Anual de la Asociación Bioquímica Argentina. Mar del Plata (Pcia. de Buenos Aires, Argentina 10-15/10/1976.
 12. Morasso, M. del C.: **Evaluación y seguimiento bioquímico de la recuperación nutricional: experiencia con pre-escolares.** 41 Triduo Científico Anual de la Asociación Bioquímica Argentina, Mar del Plata (Pvcia. de Buenos Aires, Argentina), 10/15 de octubre de 1976.
 13. Watkin, D. M.: Protein metabolism and requirements in elderly. En: *"Mammalian Protein Metabolism"*. Munro H. and J. B. Allison (Eds.), vol. 2 chapter 17, New York, Academic Press Inc., p. 248-263, 1964.
 14. Cartwright, T. and R. G. O. Kerkwick: A comparative study of human, cow, pig and sheep fibrinogen. *Biochim. Biophys. Acta*, 236: 550-562, 1971.
 15. Sanahuja, J. C.; M. E. Río; N. H. Slobodianik; M. A. Orizabala and A. Infante: Effect of anabolics on aminoacid imbalance in short term experiments. IV Effects of Stanazolol on plasma proteins in rats. *Nutr. Rep. Int.*, 13: 53-64, 1976.
- Arroyave, G.: Nutrition in pregnancy. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 26: 129-157, 1976.

PROTEINAS PLASMATICAS EN EL TRANSPORTE DEL HIERRO

Eglantina Y. Sottano de Russo; Oscar Luis Marsano.

Cátedra de Química Biológica - Facultad de Ciencias Médicas
Universidad Nacional de Cuyo.

R E S U M E N

Se estudió la modificación de la TIBC (capacidad total de fijación del hierro del plasma) después de una sobrecarga oral de hierro, 198 mg. de hierro como gluconato ferroso, en una serie normal (estudiantes) de ambos sexos, en pacientes: hipotiroideos, hipertiroideos y con bocio eutiroides.

Para la determinación del hierro plasmático se utilizó el método de Bothwell y Mallett y para la TIBC se empleó la técnica del $MgCO_3$.

En todas las series se observó que al forzar los posibles mecanismos intestinales que controlan la absorción del hierro, la TIBC aumenta y adquiere promedios máximos entre las dos y cuatro horas con valores estadísticamente superiores a los basales. El aumento de la TIBC puede explicarse aceptando la participación de otras proteínas, además de la transferrina circulante, en el transporte del hierro del plasma o debido a la heterogeneidad funcional de los hierros unidos a la transferrina.

I N T R O D U C C I O N

El hierro plasmático, en condiciones normales se une a la transferrina o siderofilina, proteína con movilidad electroferética de β_1 globulina. Posteriormente algunos autores asignaron rol en el transporte a otras proteínas (1) y hay evidencias de una heterogeneidad funcional del hierro unido a la transferrina (2).

Las pruebas de absorción de hierro en normales y en pacientes de etiología tiroidea mostraban en forma sistemática aumento de la TIBC (capacidad de fijación del hierro del

Recibido el 3-1-77.

plasma) (3, 4, 5). Para comprobar si estos aumentos cobraban significación al tratamiento estadístico, realizamos este trabajo empleando dosis superiores a las habituales para hacer más evidente los resultados y estudiar así parte del transporte de este elemento indispensable y de ingestión diaria.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en diez pacientes hipotiroideos, veinte hipertiroideos, diez con bocio eutiroideo y veinticinco normales, estos últimos para tener los patrones normales de comparación estudiados en las mismas condiciones, aplicando los mismos métodos que en todas las series.

El diagnóstico se realizó clínicamente y por pruebas de laboratorio: metabolismo basal, captación de I^{131} y yodo protéico en plasma.

Para realizar la prueba del test del hierro los pacientes concurren al laboratorio con un ayuno previo de ocho horas y siete horas de sueño como mínimo. La noche anterior debían evitar abusos alimentarios, como es habitual en nuestros estudios.

Se hizo una primera extracción de sangre en ayunas correspondiente a la hora cero, basal, e inmediatamente se les dio a ingerir 198 mg. de hierro, como gluconato ferroso y se continuó las extracciones cada dos horas hasta completar las seis horas en que terminó la prueba.

La sangre se obtuvo en tubos heparinizados, evitando la hemólisis en todas las maniobras, centrifugando treinta minutos a 2.000 r.p.min. (6).

Para el hierro plasmático se utilizó la técnica de Bothwell y Mallett (7) y la TIBC por el método del $MgCCl_2$, expresando los resultados en $\mu g\%$ (8).

Se hicieron también hematocritos y hemoglobina por el método de Drabkin (9) y el de Szigeti (10). Todas las determinaciones se hicieron por duplicado. Los resultados se sometieron a tratamiento estadístico. Para la confrontación entre dos series se empleó el ensayo "t" con una probabilidad del 95%.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 1 y se re-

TABLA 1. RESUMEN DE LOS VALORES EN NORMALES, HIPOTIROIDEOS, HIPERTIROIDEOS Y CON BOCIO ENDEMICO

		Tiempo después de la administración de Hierro.*			
		0 Hs.	2 Hs.	4 Hs.	6 Hs.
Hierro Plasmático µg/ 100 ml	N (20)	102.0 ± 4.0	266.4 ± 21.1	250.6 ± 21.7	210.0 ± 18.2
	Hipo (10)	85.0 ± 6.1	120.2 ± 8.3	107.8 ± 5.4	118.0 ± 7.0
	Hiper (20)	102.0 ± 7.0	245.8 ± 16.5	229.9 ± 22.7	180.5 ± 17.5
	E (10)	83.2 ± 7.2	230.1 ± 20.5	220.5 ± 4.5	150.1 ± 58.8
Capacidad total de Fijación de Hierro del plas- ma µg/100 ml	N (20)	340.0 ± 7.8	368.7 ± 16.5	379.5 ± 18.6**	350.3 ± 18.7
	Hipo (10)	280.6 ± 16.0	329.5 ± 18.2**	300.4 ± 18.5	290.2 ± 21.0
	Hiper (20)	318.5 ± 19.7	345.6 ± 15.5**	378.2 ± 16.6	334.5 ± 18.6
	E (10)	339.0 ± 21.8	380.5 ± 22.2	378.7 ± 17.5	345.6 ± 19.4

N: Normales

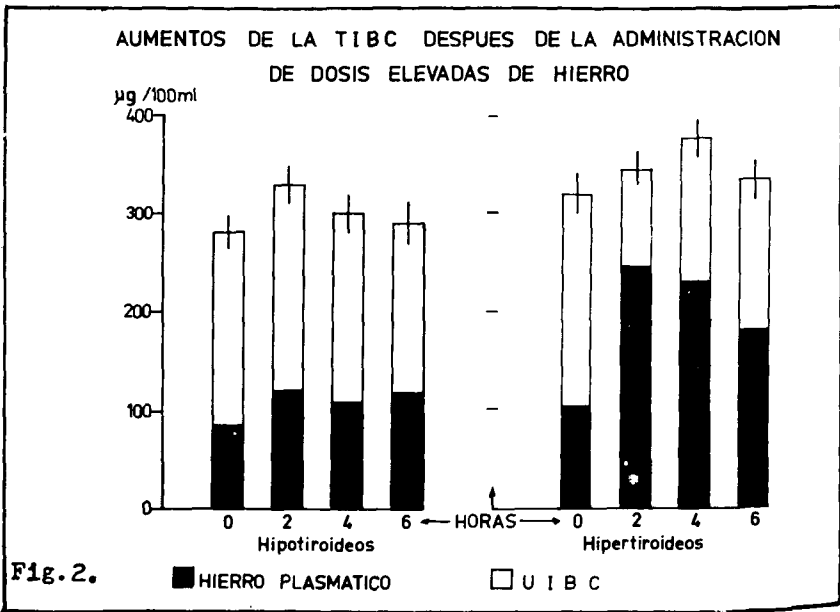
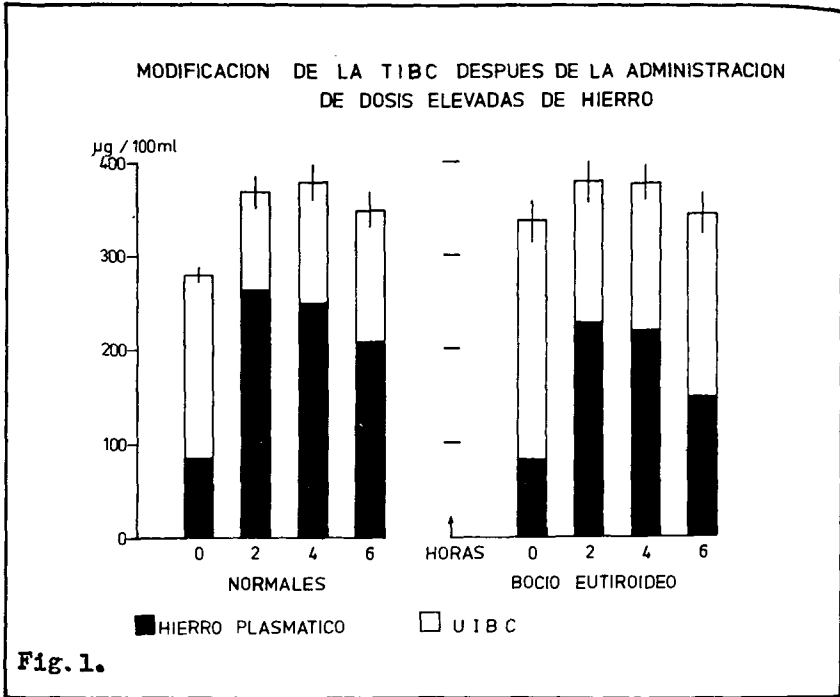
Hipo: Hipotiroideos

Hiper: Hipertiroideos E: Bocio Eutiroideo

*: Las Cifras representan promedio ± error standard.

** : $p < 0.05$

***: Las cifras entre paréntesis corresponden al número de casos.



presentan gráficamente en las figuras I y II.

Hierro plasmático:

El valor máximo se obtuvo a las dos horas en todas las series estudiadas, sin embargo, en otra serie normal realizada anteriormente (5) el valor máximo lo obtuvimos a las cuatro horas con valor muy semejante donde la diferencia no cobró significación, ($P > 0.05$), comparada con el presente trabajo. Lo único que varió fue el ritmo, posiblemente por la dosis, que en esta última serie fue superior.

En todas las series a las seis horas no se había recuperado el valor basal, hecho ya observado en estudios anteriores con dosis menores (3, 4, 5).

Los resultados obtenidos con la TIBC:

La comparación de los valores de la hora cero con los hallazgos de otras series estudiadas anteriormente no mostraron diferencias significativas, ($P > 0.05$), lo que indica que trabajamos con series muy semejantes de normales, hipo, hipertiroides y con bocio eutiroides. Los valores máximos de la TIBC se alcanzaron entre las dos y cuatro horas y son significativamente superiores a los iniciales, donde la probabilidad es menor al 95%, con un aumento significativo. En los eutiroides la probabilidad se hace algo más baja.

DISCUSION

El aumento significativo que obtenemos en la TIBC, implicaría un aumento de la transferrina y probablemente también podría relacionarse a diferentes circunstancias:

1º) La presencia de cantidades masivas de hierro provocarían la activación de otros centros transportadores de hierro de la transferrina cuya presencia ya ha sido señalada por otros autores (2) haciendo trabajos a distinta saturación de hierro in vitro e in vivo y con distintos receptores: tisulares, eritroblásticos, etc.

2º) Aparición de otras proteínas transportadoras de hierro, que se volcarían al plasma en estas circunstancias para evitar la toxicidad de cantidades elevadas de hierro. Apoyan

esta idea los hallazgos de otros investigadores (1), que obtienen por inmunoelectroforesis en gel de agar resultados positivos con los anticuerpos de α macroglobulinas, γ M globulinas y γ G globulinas.

CONCLUSIONES:

La administración de cantidades elevadas de hierro que fuerzan los posibles mecanismos intestinales que controlan su absorción, provocan un aumento de la TIBC lo que indirectamente significa un aumento de la siderofilina o activación de sus centros transportadores o la concurrencia al plasma de otras proteínas adaptadas a los mecanismos de transporte.

SUMMARY

Plasma Proteins and Iron Transport.

This study deals with the effects of iron overloading on total iron-binding capacity (TIBC) in fasting subjects. Overloading was obtained by oral administration of 198 mg. ferrous gluconate. The method of Bothwell and Mallet was used for plasma iron determination; the Mg CO₃ method was used for TIBC. It was that normal subjects as well as hyperthyroid, hypothyroid goiter patients showed an increase of TIBC under these conditions. These results could be explained either on the basis of functional heterogeneity of transferrin bound iron, or of a new protein.

B I B L I O G R A F I A

1. Sarkar, B. A. new Iron binding protein in Normal Human Serum. *Federation Proceedings*. 28: 691, 1969.
2. Brown, E. B., Okada, S., Awai, M. y Chipman, B. In vivo evidence for the functional heterogeneity of transferrin-bound iron. III. Studies of transferrin at high and iron saturation. *J. Lab. Clin. Med.* 86: 576, 1975.
3. Sottano de Russo, E. Y., Marsano, O. L. y Itoiz, J. E. Capacidad de fijación de hierro del plasma en pacientes hipotiroideos. *Revista de la Asociación Bioquímica Argentina*. 34: 145, 1969.
4. Sottano de Russo, E. Y., Perinetti, H. y Itoiz, J. E. Pruebas de absorción del hierro en hipertiroideos. *Rev. Soc. Arg. Biol.* 41:11, 1965.
5. Sottano de Russo, E. Y. y Itoiz, J. E. Total iron-binding capacity of plasma in normals and hyperthyroid patients, under oral overloading. *Amer. J. Clin. Path.* 54: 82, 1970.

6. Sottano de Russo, E. Y., Suárez, J. R. E., Cusimano, L., Ruiz, J. y Marra, M. Hierro plasmático en la anovía aguda. *Acta Physiol. Lat. Amer.* **14**: 109, 1964.
7. Bothwell, T. H. y Mallett, B. The determination of iron in plasma or serum. *Biochem. J.* **59**: 599, 1955.
8. Cook, J. D. An evaluation of absorption methods measurement of plasma iron binding capacity. *J. Lab. Clin. Med.* **76**: 497, 1970.
9. Drabkin, D. L. New standart in Haemoglobinometry. *J. Lab. Clin. Med.* **43**: 897, 1954.
10. Szigeti, B. Estimation of oxyhemoglobin and metahemaglobin by a photoelectric method. *Biochem.* **34**: 1460-1463, 1940.

THE ARM CIRCUMFERENCE AT BIRTH AND ITS RELATIONS TO OTHER ANTHROPOMERIC PARAMETERS

M. Gueri, P. Jutsum, P. Knight and V. Hinds.

Caribbean Food and Nutrition Institute, Jamaica

SUMMARY

The weight, head, chest and arm circumference of four hundred and sixty-one infants in Jamaica were measured during the first twenty-four hours of birth. The purpose of this work was to draw attention to the arm circumference as a possible indicator of the stage of maturity at birth and correlate this parameter against the other three and against factors on the mother. The highest positive correlation was found between the weight and the chest circumference, followed by the weight and arm circumference. Attempt to produce an equation to estimate birth weight from arm and chest circumference was unsatisfactory.

INTRODUCTION

The mid upper arm circumference has been recognized as a very useful indicator of the nutritional status, particularly in young children (1). In general, most investigators use as reference the standards given by Wolanski and published by Juliffe (2) or figures derived from these. Perhaps the greatest value of the arm circumference is that it is relatively age independent. There is a marked increase in the circumference from one month to 12 months, approximately 5 cms. However, from 12 to 60 months the increase is only one centimeter.

There is considerable amount of data on the arm circumference from one month of life onwards but to our knowledge little has been done about this parameter at birth and its possible use. Indeed, we have been able to find only one report in which values for the arm circumference at birth are

Recibido: 10-1-77.

given, and these are obtained by extrapolation to 0 mont (3).

In this paper we want to draw attention towards the arm circumference at birth, its correlation with other anthropometric parameters and its possible use as an indicator of "Maturity" or "Nutritional Status" at birth.

MATERIAL AND METHODS

Four hundred and sixty-one children of both sexes born at the Spanish Town Hospital, Jamaica, during a period of 16 weeks in 1973, were examined within the first 24 hours of birth and the weight, head circumference, chest and arm circumferences measured, using well recognized anthropometric techniques (2). The weight of the mother was also measured at the same time.

Information was obtained on the duration of pregnancy, age of mother, number of pregnancies, number of live births and whether diabetes or hipertensión had been diagnosed during pregnancy. Those cases in which a surgical intervention had been performed were not included in this study.

RESULTS

The mean age of the mothers in our group was 23.8 years (Table 1) and their mean weight 60.48 kg, varying from 35.4 to 110.7 kg. The maximum number of pregnancies was 13 with an average of 3.6 pregnancies and 3.4 live births per woman.

TABLE 1: MOTHER'S CHARACTERISTICS

	Age (Years)	Weight (Kg.)	No. of Pregnancies	No. of Live Births
Mean	23.8	68.48	3.6	3.4
S.D.	±6.4	±10.70	±2.9	±2.6
Range	13-47	35.38-110.68	1-13	1-12

The mean, standard deviation and range of the four measurements taken in the infants are shown in Tables 2, 3, 4, and 5 for both boys and girls. The mean weight and head circumference are similar to the data presented by Roopnarinesingh (4) and Persaud (5) in children born at the University Hospital in Jamaica in 1970.

Table 6 shows the percentiles of the four parameters. Compared with well recognized international standards such as the Stuart and Stevenson(6) the upper 25th percentile in our group is close to their 50th and our 50th is more similar to their 25th percentile. We have not been able to find comparable standards for the arm circumference, but our 50th

TABLE 2: WEIGHT AT BIRTH

	Boys (Kg.)	Girls (Kg.)	Both Sexes (Kg.)
Mean	3.24	3.19	3.22
S.D.	±0.47	±0.48	±0.48
Range	2.04-4.8	1.76-5.10	1.76-5.10

TABLE 3: HEAD CIRCUMFERENCE

	Boys (Cms.)	Girls (Cms.)	Both Sexes (Cms.)
Mean	33.9	33.5	33.7
S.D.	±1.5	±1.3	±1.4
Range	28.5-38.0	29.5-37.0	28.5-38.0

TABLE 4: CHEST CIRCUMFERENCE

	Boys (Cms.)	Girls (Cms.)	Both Sexes (Cms.)
Mean	32.1	32.0	32.1
S.D.	±1.8	±1.9	±1.8
Range	26.5-36.0	27.5-39.5	26.5-39.5

percentile is smaller than that obtained by Burgess and Burgess by extrapolation.

Table 7 presents the correlation matrix among the different variables considered in our study. As it would be expected there is a good positive correlation among the age of the mothers, the number of pregnancies and the number of live births. Among the anthropometric variables in the children, the highest correlation is found between the weight and the chest circumference, followed by the weight and the arm circumference. This latter correlation coefficient is the same as that found by Robinow and Jelliife in older Ugandan children(7).

TABLE 5: ARM CIRCUMFERENCE

	Boys (Cms.)	Girls (Cms.)	Both Sexes (Cms.)
Mean	9.9	9.9	9.9
S.D.	±0.9	±0.8	±0.8
Range	7.5-14.5	7.0-12.5	7.0-14.5

TABLE 6: PERCENTILES OF THE DIFFERENT MEASUREMENTS

B O Y S					G I R L S					
Percentiles					Percentiles					
10th	25th	50th	75th	90th		10th	25th	50th	75th	90th
2.61	2.95	3.29	3.51	3.8	Weight (Kg.)	2.61	2.83	3.17	3.51	3.86
32.0	33.0	34.0	35.0	35.5	Head Circumference (Cm.)	32.0	32.5	33.5	34.5	35.0
30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	Chest Circumference (Cm.)	29.5	31.0	32.0	33.0	34.5
9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	Arm Circumference (Cm.)	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0

TABLE 7: CORRELATION MATRIX BETWEEN VARIABLES OBSERVED

Mother's Age	1.00																			
No. Pregnancies	0.80	1.00																		
No. Live Births	0.79	0.97	1.00																	
Diabetes	0.03	0.04	0.04	1.00																
Hypertension	0.16	0.17	0.13	0.17	1.00															
Duration Preg.	0.01	0.03	0.03	0.01	0.06	1.00														
Mother's Weight	0.35	0.30	0.30	0.02	0.10	0.01	1.00													
Child's Sex	0.02	0.01	0.02	0.05	0.04	0.01	0.08	1.00												
Twinning	0.00	0.01	0.09	0.01	0.07	0.01	0.04	0.01	1.00											
Child's Weight	0.23	0.18	0.17	0.12	0.06	0.13	0.34	0.09	0.16	1.00										
Child's H.C.	0.17	0.15	0.13	0.01	0.08	0.15	0.23	0.13	0.13	0.66	1.00									
Child's C.C.	0.20	0.17	0.14	0.03	0.09	0.11	0.27	0.06	0.82	0.70	1.00									
Child's A.C.	0.19	0.15	0.13	0.01	0.04	0.09	0.32	0.07	0.09	0.79	0.54	0.71	1.00							

DISCUSSION

There are in the Caribbean, and in many other developing countries a considerable number of children delivered at home by midwives whose birth weight is not obtained because an

easily portable and accurate scale has yet to be invented. Yet, the birth weight is in itself an indicator of the risk of infant mortality. It is well known that mortality during the first year of life is higher among children weighing 2.5 kg or less(8).

Would it be possible then to substitute the weight at birth by another parameter more easily obtainable under field conditions which would alert the health worker that the child needs special care? To answer this question the data were analysed to find the best equation to estimate birth weight from arm and chest circumference measurements. The accuracy of estimation was not high, the standard error being about 190 g. In our sample, there were 39 births below 2.5 kg weight and 69% of these were identified as such by the equation. All those missed were 2.25 kg or more. However, 26 were wrongly estimated to be below 2.5 kg. Twenty of these cases were in fact below 3.0 kg.

This method is therefore not good in itself to estimate birth weight, but it suggests the possibility of identifying at-risk children by using alternative anthropometric parameters other than weight. We believe that more research in this field is desirable.

RESUMEN

La circunferencia del brazo en recién nacidos y su relación con otros parámetros antropométricos.

El peso, la circunferencia de la cabeza, del tórax y del brazo fueron medidos en 461 niños nacidos en Jamaica. Las medidas fueron tomadas durante las primeras 24 horas del nacimiento.

El propósito de este trabajo fue atraer atención sobre la circunferencia del brazo como un posible índice del estado de "madurez" al nacer y correlacionar este parámetro con los otros tres y con factores maternos.

El coeficiente de correlación más alto se encontró entre peso y circunferencia del tórax, seguido por peso y circunferencia del brazo. Por este motivo se intentó hallar una ecuación que permitiera calcular el peso al nacer a partir de las circunferencias del tórax y del brazo. Sin embargo la exactitud de este cálculo fue baja (con un error standard de 190 gms.). Este método se consideró pues inadecuado para estimar el peso al nacer pero sugiere la posibilidad de identificar niños en peligro usando otros índices en vez de el peso.

B I B L I O G R A P H Y

1. Jelliffe, D. B. "The Assessment of the Nutritional Status of the Community", Geneva 1969 (WHO Monograph Series N° 53).
2. Burgess, H. J. L. and Burgess, A. P. "Modified Standard for Mid-upper Arm Circumference in Young Children", *J. Trop. Pediat.* 15: 189-192, 1969.
3. Roopnarinesingh, S. S., Morriss, D. and Persaud, T. V. N. "Birth Weight of Jamaican Babies", *J. Trop. Pediat.* 17: 11-14, 1971.
4. Persaud, T. V. N., Roopnarinesingh, S. S. and Morriss, D. "A Note on the Head Circumference of Jamaican Babies", *J. Trop. Pediat.* 17: 113-114, 1971.
5. Stuart, H. C. and Stevenson, S. S. "Physical Growth and Development" in Nelson, W. E. ed. *Textbook of Pediatrics*, Philadelphia, Saunders Publishing Co. 1959, págs. 12-61.
6. Robinow, M. and Jelliffe, D. B. "The Use of Arm Circumference in a Field Survey in Early Childhood Malnutrition in Bresoga, Uganda", *J. Trop. Pediat.* 15: 217-221 1969.
7. Puffer, R. R. and Serrano, C. V. "Birth Weight, Maternal Age and Birth Order: Three Important Determinants of Infant Mortality", Washington, D. C. 1975 (PAHO Scientific Publication N° 294).

**LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS COMO POSIBLES
TOXICOS GENETICOS
DETERMINACION MICROBIOLOGICA.**

Miguel D'Aquino y Pilar Santini.

Orientación Higiene - Departamento de Microbiología.
Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad de
Buenos Aires.

R E S U M E N

El objetivo del presente trabajo es seleccionar una metodología sensible que permita establecer rápidamente el potencial mutagénico de sustancias utilizadas como aditivos alimentarios.

Para ello hemos empleado como sistema biológico de prueba el microbiano, siendo éste el primer paso en la investigación de dicho tipo de acción nociva.

El método de detección ensayado por nosotros consiste en investigar el efecto ejercido sobre recombinación genética por los siguientes agentes químicos: Ácidos Monocloroacético, Monoyodoacético y Sódico, m-Bisulfito de potasio, Nitrito de sodio, Auramina y Eritrosina.

Para este tipo de pruebas se ha verificado el efecto ejercido por los agentes mencionados sobre el proceso de transformación genética de una cepa auxotrofa de *Bacillus subtilis*.

Comparativamente se han efectuado ensayos de reversión de características genéticas de cepas de *Salmonella typhimurium*, ya empleadas por otros autores. Se han repetido los mismos ensayos con varias cepas auxotrofas de *Bacillus subtilis* para distintas características genéticas.

En la mayoría de los casos se han obtenido resultados que sugieren modificaciones o alteraciones del proceso de recombinación genética por acción de las drogas ensayadas que se producirían a distintos niveles.

Por el contrario, los resultados obtenidos en los ensayos de rever-

Este trabajo fue presentado en el 41 Triduo de la Asociación Bioquímica Argentina y premiado con el premio ALAN.

Recibido el 20-3-77.

sión no fueron tan significativos.

Lo antes mencionado evidenciaría la mayor sensibilidad brindada por ensayos conjuntos de Recombinación y Reversión para este tipo de detección.

I. INTRODUCCION

El organismo humano se halla expuesto cotidianamente a la acción de una gran variedad de compuestos químicos naturales y sintéticos, pudiendo tener muchos de ellos un potencial mutagénico y/o cancerígeno que no ha sido puesto en evidencia con los análisis toxicológicos corrientes.

Si tenemos en cuenta el auge de la síntesis orgánica y el destino de muchos de éstos compuestos en la industria de alimentos, fármacos, cosméticos, pesticidas, etc., bien podemos temer los posibles daños genéticos que en forma individual o colectiva podrían acarrear, sobre todo teniendo en cuenta la relación entre actividad cancerígena y mutagénica (1, 2).

Por tal razón, es nuestro propósito colaborar en la selección de métodos que permitan detectar en sistemas biológicos simples el potencial mutagénico de compuestos químicos y poder así extrapolar los resultados en forma aproximada al organismo humano.

Como sistema biológico usamos el microbiano, ya propuesto por muchos autores; entre ellos se encuentran principalmente Ames, Lee y Durston (3), quienes efectúan ensayos de reversión de marcadores genéticos de cuatro variedades de *Salmonella typhimurium* para detectar carcinógenos y mutágenos. Otros autores realizan estudios similares con otras especies bacterianas, como ser: *Escherichia coli* (4), *Klebsiella pneumoniae* y *Citrobacter freundii*.

El método por nosotros propuesto consiste en el empleo de especies auxotrofas de *Bacillus subtilis*; con el mismo estudiamos las posibles anomalías que se producen durante la recombinación genética, es decir que se analiza el resultado de un contacto directo del agente químico en cuestión con el DNA bacteriano, investigando las alteraciones que pueda experimentar éste último en su actividad biológica.

Por otra parte, estudiamos en forma simultánea la reversión de las características genéticas del microorganismo

cuando se halle en contacto con el agente químico. Este análisis de reversión lo efectuamos con cepas de *Salmonella typhimurium* y lo extendemos a distintos auxotrofos de *Bacillus subtilis*, para diversas características genéticas, ya que de ésta forma podemos observar si hay cambios en otros locus del genoma.

De ésta manera efectuamos dos tipos de ensayos, para visualizar:

- a) Acción directa de los agentes químicos sobre el material genético.
- b) Producción de reversión de características genéticas.

En lo que respecta a la primera posibilidad, se estudia el efecto sobre recombinación genética. Dentro de los sistemas posibles hemos elegido el de transformación por ser el que brinda la metodología más ventajosa. Esto se debe a que permite investigar los efectos que puede producir sobre el DNA un agente químico determinado, estudiando la acción del mismo sobre los procesos de captación, incorporación e integración del DNA de un organismo donante en otro receptor.

Como es ya conocido, en el proceso de transformación hay transferencia de información genética por parte del DNA desnudo de una cepa dadora a otra receptora, cuyas células deben encontrarse en un estado denominado de "Competencia", para que produzca la entrada del DNA transformante. Implícitas en el proceso de transformación se encuentran las etapas de incorporación y penetración del DNA a la célula; asociación y recombinación con el genoma receptor y por último expresión fenotípica y replicación de la información genética transferida.

Con respecto a la segunda posibilidad se trata de evidenciar como ya se ha mencionado, la reversión de características genéticas de cepas de *B. subtilis* comparativamente con cepas de *S. typhimurium*, cuando se hallan en presencia de un agente químico determinado.

Es indudable que los ensayos que permitan detectar a los aditivos alimentarios con posible capacidad mutagénica, deben ser efectuados previamente a la aceptación de éstos com-

puestos por los organismos competentes.

Esta práctica se difunde más día a día; la FDA ya indica pautas para el reconocimiento de éste problema tan importante para la salud de las poblaciones, expresándose dentro de las mismas, la necesidad de establecer si un aditivo o compuesto químico produce un daño genético.

La importancia de estimar la producción de este daño, surge de que el mismo puede conducir al desarrollo de cáncer; aun cuando no todos los agentes mutágenos son cancerígenos, un alto porcentaje de cancerígenos se comportan como mutágenos.

En un proceso de evaluación sobre seguridad genética, uno de los aspectos más importantes consiste en conocer si un agente químico produce puntos mutacionales en el material genético.

La dificultad de realizar estas medidas en forma práctica usando modelos mamíferos ha obligado a los toxicólogos genéticos a emplear modelos "in vitro", incluyendo los microbianos.

Si bien la mayoría de los métodos que utilizan este sistema lo hacen buscando reversión de marcadores genéticos de *Salmonella typhimurium*, nuestra metodología incluye la investigación de una acción directa sobre el DNA, observándose si es afectada su actividad biológica por un agente determinado.

Estos estudios pueden efectuarse utilizando especies del género *Bacillus*, mientras que no es posible realizarlos con *Salmonellas* u otras *Enterobacteriáceas*, ya que estas últimas experimentan otro tipo de recombinación genética tal como conjugación o transducción, que no permitirían visualizar la acción directa del compuesto en cuestión sobre el DNA.

En el presente trabajo se tratará de discernir la susceptibilidad de ambas técnicas, reversión y transformación, en la detección del posible efecto mutagénico de aditivos alimentarios.

II. MATERIALES Y METODOS:

A) INFLUENCIA SOBRE RECOMBINACION GENETICA:

1) Cepas Bacterianas:

Cepa	Genotipo
B. subtilis 168	TRP ⁻
B. subtilis 19	Prototrofo

2) Medios de Cultivo:

Se emplearon los siguientes:

Penassay Broth (Antibiotic Medium N° 3 Difco) para la obtención de cultivos masivos.

Medio S. descrito por Spizizen (5) para los ensayos de transformación.

Medio MM, de Davis y Mingioli (6) para los plaques de transformantes a triptofano independencia.

Agar Nutritivo (Difco) para los plaques de viables totales.

Para el desarrollo de competencia se utilizaron:

MC1: Medio S, adicionado de Glucosa (0.5 g/100 ml); Caseína (0.02 g/100 ml); 1 - Histidina (50 µg/ml) y 1 - Triptofano (50 µg/ml).

MC2: Medio S, adicionado de Glucosa (0.5 g/100 ml); Caseína (0.01 g/100 ml); 1 - Histidina (5 µg/ml) y 1 - Triptofano (5 µg/ml).

2) Drogas: ensayadas:

Soluciones reguladas de pH 7:

Conservadores:

Acido Monocloroacético

Acido Monoyodoacético

Acido Sórbico

m - Bisulfito de potasio

Fijador de color:

Nitrito de sodio

Colorantes:

Auramina (Clorhidrato de tetrametil-p-diamino-imido-benzofenona).

Eritrosina (Sal disódica de la tetrayodo fluoresceína)

4) Mutágeno control:

Solución acuosa regulada de pH 7:

N-metil-N'-nitro-N-nitrosoguanidina (NMG)

5) Extracción de DNA transformante:

Se efectuó a partir de la cepa de *B. Subtilis* 19, Prototrofo, según el método descrito por Polsinelli y Barlati(7).

La titulación del DNA se efectuó según el método de Burton (8).

6) Desarrollo de competencia:

Las células competentes de *B. subtilis* 168, se prepararon según el método descrito por Young y Spizizen (9).

7) Ensayos de transformación:

Se efectuaron sometiendo las células competentes a la acción de 2 $\mu\text{g/ml}$ de DNA transformante, a 37 °C, con agitación.

Al cabo de 45 minutos se interrumpió la exposición al DNA por agregado de 20 $\mu\text{g/ml}$ de DNasa y 10^{-3} M de Cloruro de Magnesio, efectuándose a continuación plaques para recuento de viables y de transformantes a triptofano independencia respectivamente.

En todos los casos se corrieron paralelamente controles de retromutación, plaqueando en MM las células competentes no expuestas a la acción del DNA transformante.

8) Efecto de las drogas ensayadas sobre viabilidad y transformación:

Los ensayos de transformación se efectuaron en la

forma descrita en presencia de diversas concentraciones de las drogas estudiadas.

Las pruebas se realizaron con concentraciones elevadas de droga, mucho más de lo que ingiere normalmente un individuo. De esta forma aseguramos un amplio margen en la posible acción tóxica, sin descuidar el efecto acumulativo de algunos de estos compuestos en el organismo humano.

Se efectuaron además ensayos de transformación en presencia de 10 y 30 $\mu\text{g/ml}$ de NMG, utilizado como mutágeno control.

B) INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DISTINTAS CEPAS DE BACILLUS SUBTILIS:

1) Cepas bacterianas:

Cepa	Genotipo	
B. subtilis 3308	URA ⁻	
B. subtilis 112	TRP ⁻ ;	PHE ⁻
B. subtilis 566	TRP ⁻ ;	THY ⁻
B. subtilis 168	TRP ⁻	

2) Medios de cultivo:

Se utilizaron los medios ya descritos.

3) Drogas ensayadas:

Las mencionadas precedentemente.

4) Ensayos de reversión:

De las cepas de B. subtilis señaladas, se efectuaron cultivos masivos en Penassay Broth, incubando overnight, a 37°C, en agitador plano rotatorio.

El subcultivo se efectuó en el mismo medio y en iguales condiciones, incubando durante 4 horas.

Las células bacterianas fueron lavadas con medio

S y resuspendidas en medio S adicionado de Glucosa (0.5 g/100 ml), caseína (0.01 g/100 ml), y sus correspondientes metabolitos requeridos (aminoácidos: 5 $\mu\text{g/ml}$; Bases: 1 $\mu\text{g/ml}$).

Posteriormente las cédulas bacterianas se pusieron en contacto con las agentes en estudio durante 45 minutos, a 37°C con agitación, utilizándose NMG como mutágeno control.

En todos los casos la concentración de prueba fue de 10 $\mu\text{g/ml}$, salvo para ácido sórbico que fue ensayado en concentraciones de 10 y 20 $\mu\text{g/ml}$.

Estas concentraciones fueron seleccionadas en base a los resultados obtenidos en los experimentos de transformación.

Por último se efectuaron plaqueos en MM para verificar la producción de revertantes y en agar nutritivo para control de viabilidad.

C) INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DIVERSAS CEPAS DE SALMONELLA TYPHIMURIUM:

1) Cepas Bacterianas:

Cepa	Genotipo
S. typhirium 1535	HIS ⁻
S. typhimurium 1537	HIS ⁻

2) Medios de Cultivo:

Se utilizaron los medios descritos por Ames (3)

3) Drogas ensayadas:

Las mencionadas precedentemente.

4) Ensayos de reversión:

se efectuaron según la técnica descrita por Ames (3) frente a 10 $\mu\text{g/ml}$ de las sustancias estudiadas y a la misma concentración de NMG, empleada como mu-

tágeno control, de acuerdo con el criterio explicado anteriormente.

ABREVIATURAS

TRP: requerimiento de triptofano
URA: requerimiento de uracilo
PHE: requerimiento de fenilalanina
THY: requerimiento de timina

III. RESULTADOS Y DISCUSION:

A) INFLUENCIA SOBRE RECOMBINACION GENETICA:

En lo que respecta a la influencia sobre recombinación genética, es lógico suponer que si un agente afecta el material genético, la frecuencia de transformación con respecto al control sin droga debe encontrarse afectada.

Esto se puede corroborar observando en la tabla 1, el efecto ejercido por el mutágeno control sobre transformación. En este caso vemos que una concentración de 10 $\mu\text{g/ml}$ que no afecta sensiblemente la viabilidad, disminuye considerablemente el número de transformantes lo que se traduce en un marcado descenso de la frecuencia.

En el mismo cuadro puede observarse para el ácido monoyodoacético disminución de transformantes y de viables, no afectándose por lo tanto la frecuencia. Esto indica que el compuesto no ejercería acción sobre el proceso de transformación.

Los resultados obtenidos con ácido sórbico podrían indicar una acción deletérea sobre el material genético, ya que con el incremento de concentración, disminuye la frecuencia de transformación.

Con el nitrito de sodio, sustancia objetada cuando sobrepasa límites tolerables, la viabilidad no es afectada dentro de ciertas concentraciones, pero el porcentaje de transformantes se eleva, lo que indicaría que el compuesto como tal obraría sobre mecanismos de captación del DNA, sin afectar la actividad biológica del mismo. Esto concuerda con los resultados hallados por otros investigadores que demuestran que el nitrito de por sí no ejercería acción mutagénica, resultando pe-

T A B L A N° 1

INFLUENCIA SOBRE RECOMBINACION GENETICA
(Transformación de Bacillus subtilis 168)

A G E N T E	Concentra- ción (ug/ml)	Transfor- mantes %	Viables %	Frecuencia de trans- formación %
Acido Monocloroacético	5	95	97	98
	10	94	97	97
	50	76	80	85
Acido Monoyodoacético	1	100	100	100
	5	80	70	114
	10	40	40	100
	20	15	15	100
Acido Sórbico	1	95	106	90
	5	92	102	90
	10	88	97	91
	20	75	97	77
	30	73	97	75
m-Bisulfito de potasio	5	94	101	93
	10	92	103	89
	40	92	103	89
Nitrito de sodio	5	270	108	250
	10	215	107	201
	20	100	45	222
Auramina	1	98	98	100
	3	96	99	97
	5	82	92	89
	7	84	92	91
	10	94	46	204
	15	90	42	214
Eritrosina	0.1	71	84	85
	1	38	81	47
	5	38	81	47
	10	20	81	25
	20	9	81	11
N-metil-N'-Nitro- N-nitrosoguanidina	10	50	89	56
	30	3	6	50

ligrosos como mutágenos o cancerígenos los productos de su metabolismo, sobre todo bajo forma de nitrosaminas (10, 11).

Con auramina la frecuencia de transformación se encuentra incrementada a expensas de la disminución de viabilidad, mientras que el porcentaje de transformantes se mantiene sin mayores variaciones. Esto sugeriría que el efecto se produciría selectivamente sobre células no competentes.

Con eritrosina se observa una marcada disminución en el número y frecuencia de transformantes, lo que podría sugerir una acción deletérea sobre material genético.

Para ácido monocloroacético y m-Bisulfito de potasio no se detectan modificaciones significativas en el proceso de transformación.

B) INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DISTINTAS CEPAS DE BACILLUS SUBTILIS:

La influencia de los distintos agentes sobre reversión de características genéticas de B subtilis puede observarse en la tabla 2.

T A B L A N° 2

INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DISTINTAS CEPAS DE BACILLUS SUBTILIS

A G E N T E (10 μ g/ml)	REVERSION DE B. SUBTILIS					
	3308 URA	112 TRP	566 PHE	168 TRP	THY	TRP
Acido Monocloroacético	—	—	—	—	—	—
Acido Monoyodoacético	—	—	—	—	—	—
Acido Sórbico	—	—	—	—	—	—
m-Bisulfito de Potasio	—	—	—	—	—	—
Nitrito de Sodio	—	—	—	—	—	—
Auramina	—	—	—	—	—	—
Eritrosina	—	—	—	—	—	—
N-Metil-N'-nitro-N-nitrosoguanidina	+	—	—	—	+	—

Para este tipo de ensayos y para el mutágeno control, se obtuvo una respuesta significativa con los marcadores URA y THY.

Aún cuando no se ha evidenciado reversión con las drogas ensayadas, insistimos en efectuar esta técnica por lo menos con dos marcadores, dado que el tipo de mutación que se produce con distintos compuestos químicos puede ser diferente, afectándose uno u otro locus según el caso.

C) INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DIVERSAS CEPAS DE SALMONELLA TYPHIMURIUM:

En la tabla 3 puede visualizarse que la respuesta obtenida en este caso es similar a la observada con *B. subtilis*, para los marcadores URA y THY.

T A B L A N° 3

INFLUENCIA SOBRE REVERSION DE CARACTERISTICAS GENETICAS DE DIVERSAS CEPAS DE SALMONELLA TYPHIMURIUM

A G E N T E (10 μ g/ml)	REVERSION DE <i>S. TYPHIMURIUM</i>	
	1535 HIS	1537 HIS
Acido Monocloroacético	—	—
Acido Monoyodoacético	—	—
Acido Sórbico	—	—
m-Bisulfito de Potasio	—	—
Nitrito de Sodio	—	—
Auramina	—	—
Eritrosina	—	—
N-metil-N'-nitro-N-nitrosoguanidina	+	+

IV. CONCLUSIONES:

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos señalar:

1) que el sólo ensayo de reversión de un marcador genético no es suficiente para descartar una sustancia como posible agente mutagénico, si tenemos en cuenta sobre todo lo observado con los distintos auxotrofos de *B. subtilis*, en cuanto a respuesta frente al mutágeno control.

2) que la prueba de transformación, como mecanismo de recombinación genética, realizada simultáneamente con pruebas de reversión, ofrece una metodología sensible y económica que posibilita una rápida selección presuntiva de agentes químicos de acción genética desconocida.

Lo antedicho nos permite deducir finalmente que la realización simultánea de ambas técnicas, como ensayos preliminares, permite establecer con mayor certeza ulteriores prioridades de estudio en el campo de acción mutagénica de aditivos alimentarios.

SUMMARY

Food additives and its probable genetic toxicity-microbiological assay.

In the present work we intend to find an accurate methodology to establish in an easy way the mutagenic potential of drugs employed as food additives.

For that purpose we first selected a microbiological system for performing this assay. The method assayed consisted of investigating the effect exerted on genetic recombination by the following chemical agents: Chloroacetic Acid, Iodoacetic Acid, Sorbic Acid, Potassium Metabisulfite, Sodium Nitrite, Auramine and Erythrosine.

The activity of these agents was detected though their effect on the transformation of an auxotrophic strain of *Bacillus subtilis*.

Comparative assays of reversion of characters have been made with strains of *Salmonella typhimurium* already used by other authors.

These assays have also been repeated with several auxotrophic strains of *Bacillus subtilis* and different genetic characters have been studied.

Most results suggest that changes in the recombination process should have occurred at different levels according with the drugs assayed.

On the other hand, the results of reversion have not been significant enough.

We think that more accuracy is afforded by both the recombination and the reversion assay developed to other for this kind of detection.

B I B L I O G R A F I A

- 1) De Serres, F. J. - The correlation between carcinogenic and mutagenic activity in shortterm tests for mutation induction and DNA repair. *Mutation Res.* 31: 203-204, 1975.
- 2) Hollaender, A. - Recomendations for Workshop on the Evaluation of Chemical mutagenicity data in relation to population risk. *Environ. Health Perspect.* 6: 229-232, 1973.
- 3) Ames, B. H.; F. D. Lee y W. E. Durston. - An Improved Bacterial test system for the detection and classification of mutagens and Carcinogens. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 70: 782-786, 1973.
- 4) Green, M. M. L. y W. J. Muriel. - Mutagen Testing using TRP+ Reversion in *E. coli*. *Mutation Res.* 38: 3-32, 1976.
- 5) Spizizen, J. - Transformation of biochemically deficient strains of *Bacillus subtilis* by dextoxyribonucleate. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 44: 1072-1078, 1958.
- 6) Davis, B. y E. Mingioli. - Mutants of *Escherichia coli* requiring methionine or vitamin B₁₂. *J. Bacteriol.* 60: 17-28, 1950.
- 7) Polsinelli, M. y S. Barlati. - Effects of periodate on competence in *Bacillus subtilis*. *J. Gen. Microbiol.* 49: 267-275, 1965.
- 8) Burton, K. - A study of the conditions and mechanism of diphenylamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.* 62: 315-323, 1956.
- 9) Young, F. y J. Spizizen. - Physiological and genetic factors affecting transformation of *Bacillus subtilis*. *J. Bacteriol.* 81: 823-829, 1961.
- 10) Magee, P. N. y J. M. Barnes - Carcinogenic nitroso compounds. *Advan. Cancer Res.* 10: 163-167, 1967.
- 11) Sandler, J.; F. Schweirisberg y P. H. Menz - Untersuchungen uber die Entstehung cancerogener Nitrosoamine im Magen *Z. Physiol. Chem.* 349: 1691-1697, 1968.

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

ARGENTINA

Efect of undernutrition on sialidase activity in rat brain exposed to different levels of stimulation.— M. S. Jiménez, A. M. Rastrilla, O. Riutort and M. J. Mónica (Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. Argentina). Nutr. Repor. Inter. 15:477-481, 1976.

The effects of undernutrition on sialidase activity in young rats brain has been studied. A significant decrease in sialidase activity was observed in "crude mitochondries" of undernourished rats. Moreover, nourished and undernourished rats were submitted to sensory stimulation (light) for an hour. In the nourished groups the sialidase activity in "crude mitochondries" of stimulated rats were lower than in controls kept in the dark. No significant difference was observed however among the undernourished groups. 17 Ref.

— :: —

The South American wild bean (Phaseolus aborigineus Burk), as ancestor of the common bean.— Ollie Berglund-Brücher and Heinz Brücher. (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, (Casilla 7, Chacras de Coria). Econ. Bot. 30: 257-272, 1976. 47 Ref.

BRASIL

Altura materna e peso da criança ao nascer.— Euclides Ayres de Castilho, Arnaldo Augusto, Franco de Siqueira, Cyro Ciarri Junior, Pedro Augusto Marcundes de Almeida y Augusta Thereza de Alvarenga. (Dpto.

de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina da USP., Av. Dr. Arnaldo 455. Sao Paulo, Brasil). Rev. Sau. Pub., S. Paulo. 10:233-237, 1976.

Numa população de 498 gestantes sadias matriculadas no Centro de Saúde Geraldo Paula Souza, foi estudada a relação entre a altura materna e o peso da criança ao nascer, segundo a técnica de análise de regressão múltipla, tipo "stepwise", utilizando-se o subprograma "regression", componente do sistema "Statistical Package for Social Sciences" - SPSS. Essa técnica permite isolar o efeito de cada fator ajustado para a presença dos efeitos de outros fatores. O peso da criança ao nascer mostrou-se associado à idade gestacional, peso médio da gestante no 3º trimestre da gravidez e ao sexo do recém-nascido, a um nível de significância de 5%. Idade materna, peso médio da gestante no 2º trimestre da gravidez, altura materna e ordem de nascimento do recém-nascido não se mostraram associados com o peso do nascer ao citado nível de significância. 17 Ref.

— :: —

Rapid determination of Tryptophan in beans (Phaseolus vulgaris) by the Acid Ninhydrin Method.— Ladaslav Sodek, Paulo T. D. Vecchia and Maria L. G. P. Lima. (Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 13400 Piracicaba, Est. São Paulo, Brazil). J. Agric. Food Chem., 23: 1147-1152, 1975.

The rapid and simple acid ninhydrin method (Gaitonde, M. K., Dovey, T., Biochem. J. 117,907 (1970) was adapted for the colorimetric determination of tryptophan in protein extracts of

beans. Total extraction of the seed nitrogen is possible by a simple extraction procedure using 0.2% NaOH. A sample blank is necessary to compensate for nonspecific absorption due mainly to pigments, but the extracts are otherwise free of interfering factors. Tryptophan values obtained compare favorably with literature values provided a simple correction for tryrosine is made. The methods was shown to be applicable to protein extracts of maize and wheat. The rapidity, simplicity, and accuracy of the method suggest it should be useful for both routine analysis and screening purposes. 15 Ref.

— :: —

Processamento da vagem verde enlatada.— Lutz W. Bernhardt, Mauro F. F. Leitão, Emília E. Miya, Jae Fun Yang. Bol. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 47: 55-73, 1976.

Canning of green beans. Although green beans are one of the most important canned vegetable in developed countries, they cannot yet be found on the Brazilian market as a low acid food. Consequently although local varieties were tested for their suitability for thermal processing.

The results showed that of the two varieties normally grown in Brazil, the "Macarrão" type is more suitable for canning.

It was found that the processing times for the two types of cans tested (99.5 x 118 mm and 73.3 x 111 mm) were bath, 32 minutes at 115.5°C (240°F) when the initial temperature was 60°C.

Furthermore it was found that the cans heat by convection and that products in cans coated with "C" lacquer were superior in taste to those with epoxy coating. 8 Ref.

— :: —

Preservação de Soja armazenada a granel, mediante emprego de aeração mecânica para melhoria das condições de armazenamento.— Maria Regina Sartori, Carlos Roberto D'Amico, Sebastião Irineu da Costa, Mauro F. F. Leitão, Braz Antonio Jordão, Dirce B. Ortolani. Bol. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 47: 75-110, 1975.

Observations were made during 9 months on 27 tons of soybeans, with the object of studying the effect of mechanical aeration using atmospheric air, with the cut-off controlled by the temperature and absolute water content per m³.

Soybeans with an average moisture content of 12.7%, were stored in two cylindrical hopper bottom metal bins of height 6 meters and diameter 2 meters. One of the bins was equipped with an aeration duct, and a fan blowing air at a rate of 45 cm³/h/ton. The operation of the fan was controlled by a thermostat and a humidistat.

The initial aeration took place when the outside air temperature fell to below 13°C, the relative humidity (R.H.) being below 90%. Under these conditions, 15 hours of aeration lowered the average temperature of the grain from 20°C to 13°C.

The humidistat was then set at 75% R.H., to prevent moistening of the grain. One month later the grain, due to the small diameter of the bin had warmed up to an average temperature of 16°C. Since the 75% R.H. limit was preventing the occurrence of aeration, the humidistat was set at 80% R.H. This allowed an other period of aeration to take place, lowering the average temperature of the grain to 11.3°C, 7°C below the control.

A change in the climatic conditions prevented further cooling by aeration. The treatment produced grain with a higher level of germination, and lower level of free fatty acids, than the non-aerated control. The Protein Dispersibility Index (P.D.I.) and microbial count were not affected.

The grain near the air entry

was dried from 12.7 to 9.5% moisture content, and consequently germination and free fatty acid content did not change in this area during the 9 month storage period.

The results confirm that high humidity air can be used for cooling dry again, so long as a minimum temperature difference of 6°C is employed. This ensures that the absolute water content per m³ of the atmospheric air is equal or less than absolute water content of the air in the intergranular space. 12 Ref.

COLOMBIA

La experiencia colombiana en planeación de investigación y en la aplicación de sus resultados dentro del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PAN).— Teresa Salazar de Buckle. *Tecnol.* 104: 9-24, 1976. 23 Ref.

— :: —

El método del perfil de la textura y su aplicación en alimentos colombianos.— Ana Mercedes R. de Sandoval. *Tecnología*, 105: 19-32, 1977.

Se dan algunos antecedentes sobre la necesidad de disponer de una metodología para medir los distintos componentes de la textura de un alimento, los cuales llevaron a seleccionar el perfil de textura como el método más adecuado de soporte para el diseño de alimentos a base de proteínas vegetales.

Se describen brevemente los principios del método, poniendo énfasis en las distintas etapas que permiten desarrollar los perfiles de textura para diferentes alimentos.

Se describen las experiencias obtenidas en el análisis de textura de pastas alimenticias enriquecidas, alimentos para niños, harinas precocidas de maíz para arepas y proteínas vegetales texturizadas.

Se muestra cómo en algunos casos es posible emplear medidas instrumentales que correlacionen bien con una de las pro-

iedades componentes del perfil, para seguir las modificaciones sufridas en la textura, durante un proceso industrial o durante el almacenamiento del producto terminado. 9 Ref.

CUBA

Bocio iódico.— Dr. Rubén S. Padrón Durán. (Servicio Provincial de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas. Camagüey, Cuba). *Rev. Cub. Ped.* 48: 69-77, 1976.

Se presentan los resultados del estudio de 24 pacientes portadores de bocio iódico. Se analiza brevemente el origen de esta patología, su frecuencia, y la necesidad de establecer una regulación en la venta de los compuestos iodados como una de las medidas de prevención de este tipo de bocio. Se analizan las características clínicas de los pacientes, y se destacan la ausencia de disfunción glandular y los caracteres del bocio. Se insiste en el tamaño del bocio iódico congénito y en los peligros que trae aparejados. 37 Ref.

— :: —

Test de sobrecarga oral combinado de lactosa y D-xilosa.— Olga Lydia Zarragoitia Rodríguez. Jesus. Perea Corral y Margarita Revilla Sevigne. (Hospital Docente de Centro Habana. Benjameda y Morales. La Habana, Cuba). *Rev. Cub. Ped.* 48:155-160, 1976.

Se realizó test de sobrecarga oral a carbohidratos en un grupo de 20 lactantes (menores de 12 meses) seleccionados de una consulta de puericultura del policlínico "Abel Santamaría". A un subgrupo se le realizó sobrecarga oral a la D-xilosa por técnica de Benson-Roe (modificada) y curva de tolerancia y la lactosa con la técnica de Somegyi-Nelson por microtécnica desde el ayuno hasta 180 minutos después, con intervalos de 30 minutos. Obtuvimos en cada test los valores de la media con su derivación es-

tandar y su variación (range).
5 Ref.

— :: —

Crecimiento en el primer año de vida de recién nacidos de bajo peso: pretérmino y dismaturados.— Olimpo Moreno y Pedro Flores. (Hospital Infantil "William Soler", San Francisco N° 10 112, Habana 8, Cuba). Rev. Cub. Ped. 48:137-153, 1976.

Se realiza un estudio longitudinal desde el nacimiento hasta el año de edad, en el cual se observó que el crecimiento somático (peso, longitud y circunferencia craneal) de 33 recién nacidos pretérmino de más de 1500 g era similar al de recién nacidos a término, de peso normal, si se hace la corrección de la edad gestacional; mientras que en 17 recién nacidos a término, pero dismaturados, las curvas de crecimiento somático eran paralelas y por debajo de la correspondiente a recién nacidos a término normales. Se concluye que en el eguimiento de los recién nacidos de bajo peso debe tomarse también la edad gestacional para valorar el crecimiento somático. 7 Ref.

MEXICO

Nutrition and development of children from poor rural areas VI. Effects of mild malnutrition on body morphology during early growth.— Adolfo Chávez, Celia Martínez, Alberto Oude Ophuis and Samir Basta (Instituto Nacional de Nutrición, México 22, D.F. México). Nutr. Repor. Inter. 15: 407-419, 1976.

Anthropometric data from two groups of 17 children are compared. One group was left in its poor rural environment and received no supplement; the other group received supplementary feeding since early life. The non-supplemented newly born is a slightly smaller in size and its legs and biachromial diameter

are shorter. During late lactation, when its nutrient intake is scarce, total size is smaller as a result of a shorter inferior segment. The head appears too large for the size of the thorax. At birth, the ratio 'inferior segment/total size' is the best index of nutritional status. From the second month of age onwards the ratio 'head circumference/thorax circumference' becomes a better index, since even in mild malnutrition the head perimeter keeps larger for at least the two years observed. This last index could be very useful in field conditions since even a string allows a rapid comparison of the two perimeters. 11 Ref.

— :: —

Alimentación endovenosa integral en cirugía pediátrica.— Arturo Silva-Cuevas, José Luis Barreira, David González-Lara y Edison Rizzato. (División de Cirugía. Hospital de Pediatría. Centro Médico Nacional. Instituto Mexicano del Seguro Social). Arch. Invest. Méd., Méx. 8: 61-70, 1977.

Se estudiaron 40 niños recién nacidos y lactantes con incapacidad temporal del tubo digestivo por malformaciones congénitas, derivación de tránsito intestinal, obstrucción postinflamatoria, absorción intestinal inadecuada y enteritis, que fueron tratados con alimentación endovenosa prolongada. Para el efecto se empleó una mezcla sintética de aminoácidos, emulsión de grasas, glucosa, electrolitos, vitaminas, plasma y sangre total, perfundidos a través de catéter colocado en venas centrales o en venas periféricas.

Se presentó glucosuria transitoria al iniciarse el procedimiento; solamente en tres casos ocurrió aminoaciduria. Fue común observar anemia. El método resultó útil para lograr recuperación nutricional satisfactoria, a juzgar por el aumento de peso corporal, cicatrización de tejidos

y restablecimiento de la absorción intestinal. 17 Ref.

VENEZUELA

Interrelationship between iron deficiency anemia and impaired renal function in toxemia of pregnancy. Gerardo Fernández, María Díez-Ewald, Nelson Velasquez y José Oberto. (Servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Chiquinquirá. Maracaibo, Venezuela). Invest. Clin. 17: 191-199, 1976.

Una mayor frecuencia de anemia y pre-eclampsia fue hallada en 48 mujeres embarazadas pertenecientes a la clase media, que habían recibido placebo durante la gestación, cuando se compararon a otras 88 mujeres bajo las mismas condiciones, pero que

habían recibido hierro o hierro y folato. De un total de 23 mujeres anémicas, 10 también desarrollaron pre-eclampsia. Las pacientes con anemia y pre-eclampsia, mostraron menor saturación de transferrina que aquellas que sólo tenían anemia. El 80% de las pacientes con anemia y toxemia, tuvieron trazas de albúmina en orina. Se sugiere que el papel de la deficiencia de hierro en la etiología de la toxemia del embarazo sea a través de la alteración del metabolismo de aminos biogénicas, causado por inhibición de la enzima monoamino oxidasa. Un daño preexistente en órganos como placenta y riñón podría también iniciar algunas de las alteraciones que eventualmente lleven al desarrollo de la toxemia del embarazo. 15 Ref.

LIBROS NUEVOS

Food man and society.— D. N. Walcher, N. Kretchmer y H. L. Baruett. Editores, Plenum Press, New York and London 1976, 284 pág., \$ 27.

El volumen forma parte del creciente número de informes sobre los trabajos presentados en una reunión internacional multidisciplinaria. La que dio origen al presente libro, se celebró en Madrid en 1975 y abarcó 18 contribuciones sobre los más diversos temas relacionados con la nutrición. El espacio-tiempo con que contó cada uno de los autores fue tan reducido que no pudo sino rozar su tema superficialmente. Para el profesional es difícil sacar así mucha información nueva, para el lector general o el estudiante no será fácil formarse una idea clara con la limitada información presentada por los diversos autores. Sin duda hay contribuciones interesantes y estimulantes, por la originalidad de sus conceptos, por su presentación romántica, a su lograda concentración y claridad.

El libro será una lectura agradable para el interesado en el tema, quien prefiere ocuparse con su campo de interés también en los ratos de ocio. La diversidad de los temas abarcados se puede juzgar al analizar la tabla de contenido:

Nutrition and Science, Arthur Kornberg; Food and History, Lynn White; Geographic Perspectives on Man's Food Quest, F. J. Cimoons; Availability of Food, E. M. Ojala; Clinical Manifestations of Malnutrition, E. M. Demaeyer; Attacking the Malnutrition Problem, James E. Austin; Food and Socioeconomic Development, Cipriano A. Canosa; Ethical and Cultural Aspects in Human Food Behavior Implication in Food Planning, J. Trémolieres and G. Petrizzelli; Benefit-Risk Decision Making and Food Safety, William J. Darby; Food tradition and Prestige, Igor L. de Garine; Food Fad-disms, Fredrick J. Stase; Teaching Aspects Education and Training in Nutrition, Hans D. Cremer; Food and Health: Considerations of the protein Metabolism with Special Reference to Aminoacid Requirements and Imbalance, Hugo E. Aebi; Food and Genetic Development, Jean Frézal; Food and

Psychological Development, Hanus Papousek; Food and Human Brain Development, John Dobbing; Nutrition and Development, E. Rossi and N. Herschkowitz; Biochemical Development and Nutrition of the New Born, Niels C. P. Raiha.

W. G. Jaffé

OTRAS PUBLICACIONES

"Metodología de la Vigilancia Nutricional". Informe de un Comité Mixto FAO/UNICEF/OMS. Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos 1976, N° 539, 74 pág. Precio: Fr. S. 45,00. Publicado también en francés, inglés y ruso.

"El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 1975". Análisis mundial, Segundo Decenio de las Naciones Unidas para el desarrollo, preparadas en base a los datos recibidos por la FAO.

"The Book of Miso". William Shurleff y Akiko Aoyagi, Autumn Press, P. O. Box 469, Soqual, Calif. 95073, U.S.A.

"The Book of Tofu". William Shurleff y Akiko Aoyagi, Autumn Press, P. O. Box 469, Soqual, Calif. 95073, U.S.A.

"Segundo Seminario sobre Chigüires y Babas". Instituto de Protección Animal. Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela 1977. Distribución gratuita. El volumen recoge los resúmenes de 54 trabajos sobre ecología, biología y utilización del Chigüire (*Hydrochoerus hydrochoeris*) y de la Baba (*Caiman Crocodilus*) presentado en un seminario celebrado en diciembre de 1976.

"Alternative Approaches to Meeting Basic Health Needs in Developing Countries". Edited by V. Djukanovic and E. P. Mach, Geneva, World Health Organization, 1975, 116 pages. Price: Fr. S. 24,00. French and spanish edition in preparation.

"Memorias". El volumen contiene los trabajos presentados ante la Primera Conferencia Latinoamericana sobre la Proteína de Soya. Asociación Americana de Soya, Oficina Regional America Latina, Río Sena N° 26-201, México 5, D.F. 232 pág., Precio: \$ 10,00.

"Salubritas". Una nueva revista informativa SALUBRITAS es publicada en español por la Asociación de Salud Pública de los EE. UU. y la Federación Mundial de Asociaciones de Salud. Solicitud de ejemplares a: Sabritas, 1015 Eighteenth Str., N. W., Washington D. C. 20036, U.S.A.

NOTAS

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE ATENCION PRIMARIA DE LA SALUD

6-12 de septiembre de 1978

Alma Ata, URSS

Patrocinada por la Organización Mundial de la Salud.

NUTRITION PLANNING INFORMATION SERVICE

The Nutrition Planning Information Service is an international reference and information dissemination service concerned with improving human nutrition. It is the first systematic attempt to disseminate new developments in nutrition planning to practitioners, policy-makers and researchers.

Information: Nutrition Planning, 1130 Hill Steet, Ann Arbor, Michigan 48104, U.S.A.

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. Werner G. Jaffé – Presidente
Dr. Héctor Bourges – Vicepresidente
Dra. Margot Moya de Medina – Secretaria
Lic. Nut. Elvira de Ramírez – Tesorero
Dr. Nelson de Souza – Vocal
Dr. Carlos Payva Carbajal – Vocal
Dr. Enrique Yáñez – Vocal
Lic. Edith Valentín – Vocal
Dr. Juan Adolfo Aguilar – Vocal
Dr. Leonardo Sinisterra – Vocal
(Junta Directiva 1977–78)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1978:
c/o. Instituto Nacional de Nutrición
Apartado 2049
Caracas – Venezuela

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por los Miembros de la Junta Directiva de la Sociedad
Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. WERNER G. JAFFE

Comité permanente de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición para Archivos Latinoamericanos de Nutrición: Dr. Werner G. Jaffé, Dr. Guillermo Arroyave, Dr. José Félix Chávez y Dra. María Ester Río

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1977–1978

Dr. Jaime Ariza
Dr. Juan Rodolfo Aguilar
Dr. Jorge Alvarado
Dr. Conrado F. Asenjo
Dr. Antonio Bacigalupo
Dr. Francisco Beas
Dr. Moisés Béhar.
Dr. José María Bengoa
Dr. Edgar Braham
Dr. Ricardo Bressani
Dr. Alvaro Oscar Campana
Dra. Marta Cancio de Toro
Dr. Nelson de Souza
Dr. Adolfo Chaves
Dr. Nelson Chaves
Dr. Eugelio Chacón Nieto
Dr. Eric Cruickshank
Dr. Carlos Hernán Daza
Dr. Mario Desio de la Vega
Dr. Francisco De Venanzi
Dr. J. E. Dutra de Oliveira
Lic. Luis G. Elías
Dr. Rafael Enderica Vélez
Dr. Nelson A. Fernández
Lic. Marina Flores
Dr. Silvestre Frenk

Dr. Eduardo González Jiménez
Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. Miguel Layrisse
Dr. Aaron Lechtig
Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Leonardo J. Mata
Dr. Fernando Monckeberg
Dr. Carlos Pérez H.
Dr. Emilio Picón Reategui
Dr. Oscar Pineda
Dra. M. L. Pita M. de Portela
Dr. Alberto Pradilla
Dr. M. Ruphael Divo
Dra. María E. Sambucetti
Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Roberto Schneider
Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Carlos Tejada
Dr. Juan J. Urrutia
Dra. Mirta E. Valencia
Dr. Enio C. Vieira
Dr. Fernando Viteri
Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVII

SEPTIEMBRE 1977

Nº 3

SUMARIO

	<u>Pág.</u>
ARTICULOS GENERALES	
Non formal nutrition/education for rural development in Latin America. - <i>Jean Audrey Wight</i>	285
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. - <i>Ana Maria Leal Coser, Lieselotte Jokl y Enio C. Vieira</i>	297
Efecto de las diarreas sobre el retardo en crecimiento físico de niños guatemaltecos. - <i>Reynaldo Martorell, Aaron Lechtig, Charles Yarbrough, Hernan Delgado y Robert Klein</i>	311
Formulación y evaluación de un modelo matemático para la predicción de pérdidas de nutrientes durante el procesamiento térmico de alimentos enlatados. - <i>José A. Barreiro Méndez, George R. Salas e Irma Herrera Morán</i>	325
Screening for malnutrition with arm circumference. <i>Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria y Dean H. Wilson</i>	343
Comparative analysis of some anthropometric measurements. - <i>Giovanni Acciarri, James C. Eckroad, Luis F. Fajardo, Ramiro Muñoz, Ruth de Mercado, Alberto Pradilla, Gloria Quintero, Betty de Ramírez, Fanny Victoria and Dean H. Wilson</i>	359
Efectos específicos de diferentes tipos de malnutrición sobre las proteínas plasmáticas, estudiados en un modelo experimental en ratas. <i>N. H. Slobodianik, N. Marcilla de Parada, M. E. Río, J. C. Sanahuja y A. Martínez-Seeber</i>	377
Proteínas plasmáticas en el transporte del hierro. - <i>Eglantina Y. Sottano de Kusso y Oscar Luis Marsano</i>	395
The arm circumference at birth and its relation to other anthropometric parameters. - <i>M. Gueri, P. Jutsum, P. Knight y V. Hinds</i>	403
Los aditivos alimentarios como posibles tóxicos genéticos-determinación microbiológica. - <i>Miguel D'Aquino y Pilar Santini</i>	411
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	425
LIBROS NUEVOS	431
OTRAS PUBLICACIONES	433
NOTAS	435