

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XVII

MARZO 1967

N° 1

Archivos Latinoamericanos de Nutrición es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición pura y aplicada, en toda el área geográfica de la América Latina. 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. Artículos de investigación original; 2. Artículos de revisión bibliográfica; 3. Artículos de nutrición aplicada; 4. Cartas al Editor (discusión y aclaración de conceptos científicos con base en hechos experimentales u observaciones, máximo 3 páginas).

El precio de la suscripción es de U.S. \$ 6.00 por volumen, incluyendo correo.

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Apartado 2049.
Caracas, Venezuela.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XVII

JUNIO 1967

Nº 2

SUMARIO

	<u>Pág.</u>
<i>Editorial</i>	91
TRABAJOS GENERALES	
L'ariboflavínose en Haïti.— <i>Ivan D. Beghin, W. Fougère et K. W. King</i>	95
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Metionina, cistina, lisina y triptofano en algunos alimentos venezolanos.— <i>Berta Nolberga Sh.</i> ...	111
Biological response of rats fed amino acid supplemented pea bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>) diets.— <i>Martha E. Purdom and Russell V. Brown</i>	117
O bócio endêmico e o suprimento e excreção urinária de iôdo no Estado de São Paulo.— <i>Yaro Ribeiro Gandra</i>	129
Suplementación de la avena con aminoácidos.— <i>Ricardo Bressani y Luiz G. Elías</i>	149
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	165
LIBROS NUEVOS	169

EDITORIAL

Educação e treinamento em nutrição, um apêlo interamericano

“Uma das maneiras pela qual os países industrializados podem ajudar os países subdesenvolvidos é substituir a aplicação maciça de capital por uma ênfase no investimento feito no homem, isto é, a sua valorização através da educação e treinamento”.
B. S. Platt.

A falta de pessoal especializado e treinado em Nutrição tem que ser reconhecida com um dos grandes empecilhos para as soluções dos problemas provenientes de uma alimentação inadequada e precária nos países latino americanos. Nossos técnicos em alimentação e nutrição têm se especializado nos Estados Unidos e na Europa. Devemos reconhecer no entanto, que esse número é bastante reduzido diante das crescentes necessidades atuais. E infelizmente devemos acrescentar também, que diversos elementos treinados e capacitados nesse setor não tem encontrado em seus países o necessário apóio nacional e internacional para desenvolver convenientemente as suas atividades.

É preciso salientar que esta falta de compreensão da importância fundamental dos problemas da alimentação e nutrição, atinge não só as nossas classes dirigentes, mas é também um fenômeno generalizado. É causa e consequência da inexistência de programas de educação alimentar nas nossas escolas primárias, secundárias e também nas nossas escolas superiores.

E, exatamente por causa dessa situação consideramos inadiáveis e prioritários os programas de treinamento em alimentação e nutrição. Estes programas devem atingir tôdas as camadas da população. Devem chegar ao povo através de rádio, jornais, mães e crianças. Estes programas podem ser desenvolvidos com a colaboração de pessoal já existente no país como médicos, agrônomos, enfermeiros, educadoras sanitárias e principalmente pro-

fessôras. Mas para que essas pessoas possam agir como agentes de divulgação, de comunicação dessas idéias, é preciso que sejam liderados por pessoal habilitados e treinados nos vários aspectos locais dos problemas de alimentação e nutrição.

Precisamos mobilizar o pessoal existente, que é escasso, porém interdisciplinarmente suficiente, para que êle possa liderar o ensino e o treinamento a ser dado em cada um dos países. O conhecimento dos princípios básicos da nutrição e a compreensão da cultura local facilitarão, sem dúvida, o encontro da melhor solução para os nossos problemas. A ajuda internacional nêsse setor deve ser centralizada mais em apoiar a organização e funcionamento de centros de treinamento e educação em nossos países do que concentrar suas atividades em programas internacionais de distribuição de alimentos, de doação de equipamentos, de treinamento internacional de pessoal ou do envio de consultantes a curto prazo e a nível governamental.

Reconhecemos a necessidade, muitas vêzer urgente, dêsses programas, mas outros planos locais a longo prazo, de longa duração, de resultados aparentemente menos palpáveis e visíveis, precisam ser paralelamente mais estimulados e desenvolvidos.

As classes universitárias deverão liderar êste movimento, dentro dêste sentido interdisciplinar e coordenando ao máximo os recursos existentes. E preciso que todos juntos vivamos o que disse Cicely Williams "a educação para se combater a desnutrição não é uma máquina que pode ser importada de outros países; é um processo de crescimento interno mental, físico e social, dentro de cada país".

E nós, os membros da Sociedade Latino Americana de Nutrição consciente desta situação devemos ser os paladinos dessas idéias.

J. E. DUTRA DE OLIVEIRA.

TRABAJOS GENERALES

L'Arifloflavinose en Haïti

IVAN D. BEGHIN¹, W. FOUGERE² et K. W. KING³

INTRODUCTION

L'ariboflavinose est probablement la maladie de carence la plus répandue en Haïti, après la malnutrition protéino-calorique. On la retrouve dans tout le pays, atteignant par endroits une proportion élevée de la population.

Son action sur la santé n'est pas bien connue, et il est difficile de dire quelle est sa gravité, ou quelles sont les conséquences pour la population d'une carence aussi répandue. Sans tenter ici une appréciation des effets de l'ariboflavinose sur le peuple haïtien, nous voudrions plutôt examiner rapidement ce qui a été observé en Haïti par différents auteurs, en y ajoutant des observations personnelles qui portent sur 2.488 personnes (Tableau N^o 1).

ARIBOFLAVINOSE CLINIQUE

1.—*Fréquence de l'ariboflavinose clinique.*

La grande fréquence de l'ariboflavinose dans certaines régions d'Haïti, ainsi que la très large variation d'incidence observée d'une région à l'autre —et probablement d'une saison à l'autre— ont été mises en évidence par Sebrell et ses collaborateurs (1). Examinant en juin 1958, dans douze localités

(1) Organisation Panaméricaine de la Santé - Organisation Mondiale de la Santé, Washington, D. C.

(2) Bureau de Nutrition, Département de la Santé Publique, Port-au-Prince, Haïti.

(3) Department of Biochemistry and Nutrition, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia, U.S.A.

Recibido: 7-12-1966

TABLEAU N° 1

ARIBOFLAVINOSE EN HAITI: OBSERVATIONS PERSONNELLES

LIEU	AUTEURS	Mois	Année	Nombre de personnes examinées
Nord-Ouest (Bombardopolis, Jean-Rabel, Boucan-Patriote)	King et Fougère (3)	Novembre	1959	187
Côte Sud (Civadier, Marigot, Cayes-Jacmel)	Fougère, King et Bernadotte (2)	Janvier	1960	1.246
Port-Margot	Beghin (5)	Février	1962	450
Fond-Parisien	Beghin, Fougère et King (6)	Juin-Juillet	1964	366
Ganthier	Beghin, Fougère et King (6)	Juin-Juillet	1964	105
Guérin	Fougère (7)	Mars	1965	134
			TOTAL	2.488

différentes d'Haïti, 3.113 personnes, enfants de plus de cinq ans et adultes, ils rencontrèrent avec des fréquences très différentes selon les endroits, les signes cliniques suivants: chéilose angulaire active, 0 à 47%; chéilose angulaire cicatricielle, 3 à 55%; chéilose, 2,3 à 29%; séborrhée nasolabiale, 0 à 34%; lésions de la langue, 1,1 à 55%. Au total, 51,5% de toutes les personnes examinées présentaient un signe labial au moins.

Des fréquences très élevées ont été observées également par Fougère, King et Bernadotte, sur la Côte Sud d'Haïti, en janvier 1960 (2). Sur 1.246 enfants examinés, 38,8% présentaient des lésions angulaires, actives ou cicatricielles. A Civa-dier, l'une des localités étudiées, ils trouvaient 78% de cas positifs parmi les garçons de 7 à 10 ans. La grande variabilité signalée par Sebrell a été retrouvée par ces auteurs. Quelques mois auparavant, en novembre 1959, après plus de dix mois de sécheresse, King et Fougère (3) avaient trouvé 25,7% de lésions angulaires parmi 187 enfants de la Péninsule du Nord-Ouest.

Jelliffe et Jelliffe, à qui on doit l'étude la plus complète et la plus approfondie sur la malnutrition de l'enfant préscolaire haïtien, ont examiné 2.343 enfants au cours d'une enquête qui les a menés dans tout le pays en juin et en juillet 1958 (4). Moins de 1% de leurs enfants présentaient des signes d'ariboflavine isolée, mais ils signalent la grande fréquence des signes d'ariboflavine dans le kwashiorkor.

En février 1962, Beghin observait sur 450 personnes de Port-Margot, dans le Nord, 11% de cas de séborrhée nasogénienne, mais ne rencontrait que deux cas de chéilose angulaire (5).

En juin et en juillet 1964, Beghin, Fougère et King examinaient la population préscolaire de Fond-Parisien et de Ganthier, dans la plaine du Cul-de-Sac (6). Ils trouvaient à Fond-Parisien, sur 366 enfants, 3,8% de lésions angulaires actives ou cicatricielles, et à Ganthier, sur 105 enfants, 1,9% de cas positifs. Tout récemment, à Guérin, près de Léogâne, Fougère (7), en mars, trouvait 2 cas de chéilose angulaire active et 10 cas de lésions angulaires cicatricielles, chez 134 enfants préscolaires, soit une incidence de 9,0% en tout.

Signalons enfin que César (8) trouvait de la séborrhée nasogénienne chez 3 femmes enceintes de Port-au-Prince, sur 200 examinées, soit 1,5%. César, qui est sans doute le premier

auteur à mentionner des lésions cliniques de carence en riboflavine en Haïti, ne fait pas allusion à l'existence ou à l'absence de chéilose aux commissures des lèvres de ses patientes.

Les lésions oculaires de l'ariboflavinose n'ont jamais été étudiées en Haïti, à notre connaissance. Certaines localisations particulières de la séborrhée, comme le scrotum, n'ont pas non plus fait l'objet d'observations systématiques. Aux signes cliniques autres que les lésions des commissures de lèvres et la séborrhée nasigénienne, relevés par Sebrell, ajoutons qu'à Port-Margot, sur 105 écoliers, nous en avons trouvé trois avec une langue dépapillée. Deux d'entre eux avaient un autre signe d'ariboflavinose au moins.

Il est donc bien démontré qu'en de nombreux endroits d'Haïti, l'ariboflavinose se rencontre avec une grande fréquence. Les variations observées, souvent très marquées, sont dues au jeu de nombreux facteurs, parmi lesquels les plus évidents sont l'âge, le régime alimentaire, la localisation géographique et l'alternance des saisons. Ce sont ces différents facteurs que nous voudrions examiner à présent.

2.—Rôle de l'âge.

Le tableau N^o 2 montre les fréquences observées par les divers auteurs cités, au sein de chaque groupe d'âge.

L'ariboflavinose est très rare en-dessous de 1 an, et il faut une incidence globale élevée dans la population considérée pour qu'on en rencontre des cas chez les nourrissons. Le lait maternel est très probablement l'aliment protecteur chez les petits enfants.

Chez le préscolaire, la présence de l'ariboflavinose clinique augmente rapidement avec l'âge, dans toutes les séries d'observations citées. Elle atteint son maximum entre 6 et 9 ans dans deux séries (Nord-Ouest et Côte Sud), entre 12 et 15 ans dans une série (Port-Margot). Dans ces trois séries, après avoir atteint un maximum, la fréquence diminue ensuite au cours de l'adolescence. Dans la série de Port-Margot, qui est la seule pour laquelle nous disposons de renseignements pour tous les âges, on observe une diminution de fréquence dans l'adolescence, suivie d'une stabilisation à un niveau moyen, à l'âge adulte.

Nous pouvons conclure ce chapitre de la façon suivante: très rare chez le nourrisson, l'ariboflavinose est peu fréquente

TABLEAU N° 2

FRÉQUENCE DE L'ARIBOFLAVINOSE SELON L'ÂGE, EN POURCENT

Âge	Tout le pays Jelliffe (1961) (*)	Nord-Ouest (1959)	Côte Sud (1960)	Port-Margot (1962)	Fond-Parisien (1964)	Ganthier (1964)	Guérin (1965)
0 à 1 an	0	0	8,7	0	0	—	1 cas
1 à 3 ans	0,5	18,2	22,5	0	5,5	—	5 cas
3 à 6 ans	3	20,0	32,0	3	3,3	1 cas	6 cas
6 à 9 ans	2	42,5	46,9	10	7,4	1 cas	—
9 à 12 ans	—	36,8	44,0	18	—	—	—
12 à 15 ans	—	14,3	43,0	25	—	—	—
15 à 19 ans	—	29,0	39,7	18	—	—	—
Adultes	—	—	—	12	—	—	—
TOTAL	0,7	25,7	38,8	11	3,8	1,9	9,0

(*) Ne concerne que l'aribo flavinose isolée, sans kwashiorkor.

chez le préscolaire, et se présente surtout comme une affection de l'âge scolaire. Sa fréquence baisse dans l'adolescence, et se maintient à un niveau moyen chez l'adulte. Les études ultérieures devront donc porter d'abord sur les écoliers. Signalons à ce propos que sur 105 écoliers de Port-Margot compris dans notre groupe de 450 personnes cité au tableau N^o 2, 22% présentaient de la séborrhée nasogénienne, soit le double de la fréquence pour toute la population. Il serait bon de garder cette observation à la mémoire lors de la mise sur pied de cantines scolaires où, trop souvent, légumes et fruits font défaut.

3.—*Différences entre les sexes.*

Les résultats des enquêtes pour lesquelles nous disposons de renseignements à cet égard, sont discordants. Dans le Nord-Ouest, en 1959, les garçons étaient plus fréquemment atteints de chéilose angulaire que les filles (29,7% des garçons contre 14,5% des filles). A la Côte Sud, la fréquence était également un peu plus élevée chez les garçons, la différence étant statistiquement significative entre 5 et 14 ans. Même cas à Port-Margot. A Fond-Parisien, les filles étaient un peu plus atteintes, alors qu'à Guérin on trouvait 6 garçons et 6 filles. Le sexe ne semble donc pas jouer de rôle important.

4.—*Distribution géographique.*

La plupart des enquêtes citées ci-dessus ont eu lieu à des moments différents de l'année, et dans ces conditions on ne peut pas effectuer de comparaison valable. La seule enquête qui ait couvert presque tout le pays à un moment donné, et dont on possède les résultats, est celle de Sebrell et coll. (1). L'examen de leurs données ne permet pas de définir une répartition géographique nette. De l'analyse de leur enquête il ressort cependant nettement une prédominance rurale. Les plus hautes fréquences de lésions actives comme de lésions cicatricielles rencontrées le furent en milieu rural, alors que les plus basses fréquences se manifestaient surtout en milieu urbain.

5.—*Variations saisonnières.*

De la remarque de Sebrell et coll. (1) que près de la moitié de la vitamine B₂ consommée provient des mangues et des avocats, et que l'on peut en conséquence s'attendre à une

carence plus marquée en-dehors de la saison de ces deux fruits, on peut donc supposer que l'aribo flavinose se rencontrera plus souvent hiver. Ce n'est pas par hasard donc que les plus grandes fréquences observées l'ont été en hiver (Nord-Ouest en novembre; Côte Sud en janvier) et les plus faibles en été (Jelliffe et Jelliffe; Fond-Parisien et Ganthier). Port-Margot et Guérin (février) ont une position intermédiaire. Mais cette observation, pour suggestive qu'elle soit, n'autorise aucune conclusion, et l'hypothèse de Sebrell ne sera vérifiée que lorsque nous disposerons de renseignements provenant de la même localité, à divers moments de l'année.

CONSOMMATION DE RIBOFLAVINE

Le tableau N° 3 résume nos connaissances sur la consommation de la vitamine B2 en Haïti. Ces renseignements proviennent des diverses enquêtes diététiques effectuées dans le pays au cours des dix dernières années, la première en date étant celle de Boulos (9). Les chiffres ainsi recueillis oscillent

TABLEAU N° 3

DIÉTÉTIQUES, EN MILLIGRAMMES PAR PERSONNE ET PAR JOUR
FRÉQUENCE DE L'ARIBOFLAVINOSE DANS CHACUN DES GROUPES

Auteur	Localité	Mois	Consommation
IHS (12)	{ Divers (urbain)	—	1,70
	{ Divers (rural)	—	1,10
Boulos (9)	La Saline (Port-au-Prince)	—	0,80
Sebrell et coll. (1)	Tout le pays	Juin	1,34
Beghin (5)	Port-Margot	Février	0,49
Dominique et coll. (13)	Fond-Parisien	Août	1,56
Idem (13)	Ganthier	Septembre	0,55
Dominique (14)	Fond-Parisien	Décembre	0,96
Idem (14)	Guérin	Février	1,74

autour d'une valeur moyenne de 1,1 mgr de riboflavine par personne et par jour, ce qui correspondrait à 70% environ des besoins moyens, si on estime ces derniers à 1,5 mgr. Le valeurs extrêmes rencontrées sont 0,49 mgr et 1,74 mgr.

A partir des renseignements disponibles à ce jour, il n'est pas possible d'établir une relation directe entre la fréquence de la carence clinique en un endroit donné et l'apport alimentaire de vitamine B2. Toutefois, le fait que l'ariboflavinose est très répandue dans le pays s'explique aisément par la constatation que, sur sept localités étudiées, cinq montraient une consommation moyenne trop basse, et que la consommation moyenne de riboflavine, pour l'ensemble du pays, présente un déficit de quelque 30% de besoins moyens.

SOURCES DE RIBOFLAVINE DANS L'ALIMENTATION HAITIENNE

Comme l'avaient déjà signalé Sebrell et col. (1), les avocats et les mangues constituent les sources principales de riboflavine dans le régime haïtien. Mais ces deux fruits sont saisonniers, et n'apportent leur contribution que pendant les mois d'été. En-dehors de la saison de ces deux fruits, que l'on peut classer "hors concours", figurent six aliments très importants, parce qu'ils sont régulièrement consommés dans tout le pays, et qu'ils constituent l'apport individuel le plus régulier et le plus important de vitamine B2, selon les renseignements recueillis au cours des quatre enquêtes diététiques effectuées par le Bureau de Nutrition (Port-Margot, Fond-Parisien, Ganthier, Guérin). Ces renseignements diffèrent peu de ceux récoltés par l'équipe de Sebrell (voir leur tableau N° X, page 17). Ces six aliments sont, par ordre d'importance: le lait, les haricots rouges (pois rouges), le sorgho (petit mil), le maïs moulu, la viande, porc ou boeuf, la banane plantain (banane verte).

Moins importants comme source de riboflavine, mais non négligeables, sont la patate douce, les autres variétés de haricots et de pois, le riz et le sucre rouge.

Une étude détaillée des principales sources de riboflavine dans le régime haïtien et des variations saisonnières de l'apport de cette vitamine serait très utile, et compléterait élégamment l'enquête sur les écoliers que nous proposons plus haut.

EXAMENS DE LABORATOIRE

Les aspects biochimiques de l'aribo flavinose en Haïti n'ont été étudiés qu'une seule fois, par l'équipe de Sebrell en 1958 (1). Ces auteurs ont mesuré l'élimination de la riboflavine dans les urines de 451 sujets. Ils l'ont trouvée "acceptable", c'est-à-dire égale ou supérieure à 80 microgrammes de riboflavine par gramme de créatinine, dans 98,5% des cas. Ce pourcentage élevé de sujets normaux s'explique aisément pour ces auteurs: en effet, en juin, époque de la pleine saison des mangues et des avocats, l'apport de riboflavine est suffisant, de telle sorte que l'élimination urinaire s'est déjà normalisée alors que les signes cliniques, séquelles de la période de carence précédente, n'ont pas encore disparu.

ASSOCIATION DE ARIBOFLAVINOSE AVEC D'AUTRES FORMES DE MALNUTRITION

La malnutrition protéino-calorique est très répandue en Haïti: elle atteint 7% des enfants de 1 à 3 ans (4). D'un point de vue théorique on peut se demander s'il existe une relation entre cette forme de malnutrition et l'aribo flavinose. Jelliffe et Jelliffe répondent en grande partie à cette question: lorsqu'ils décrivent le "kwashiorkor complet" ils y incorporent les signes de l'aribo flavinose, et précisent bien que les taux de fréquence qu'ils donnent portent sur de l'aribo flavinose isolée. A Fond-Parisien, sur 366 enfants, nous avons observé une corrélation entre le degré de malnutrition et la présence de carence en vitamine B2 chez le préscolaire. Le tableau N° 4 met en évidence cette relation qui, sans être spectaculaire, n'en est pas moins bien nette.

Ajoutons enfin que dans les hôpitaux d'Haïti les cas de kwashiorkor admis sont très souvent porteurs de lésions aux commissures des lèvres, fait courant et bien connu des médecins haïtiens.

MESURES A PRENDRE

1.—*Encouragement à la production et à la consommation d'aliments protecteurs*

La production et la consommation d'aliments qui sont de bonnes sources de riboflavine devraient être encouragées, et

TABLEAU N° 4

FRÉQUENCES DE L'ARIBOFLAVINOSE DANS CHACUN DES GROUPES DE POIDS DE 366 ENFANTS PRÉ-SCOLAIRES DE FOND-PARIISIEN (6)

Poids, exprimé en pourcentage du poids normal pour le même âge	Fréquence des lésions angulaires
Moins de 60%	9,5
60 à 74%	5,2
75 à 89%	2,9
90% et plus	2,7

en particulier celles de produits d'origine animale, de fruits et de légumes verts. Au niveau de la communauté, ces produits devraient faire l'objet d'une attention particulière des agences agricoles.

Trois des six produits cités ci-dessus comme sources essentielles de riboflavine dans l'alimentation haïtienne, à savoir: le lait, les haricots rouges et la viande, sont en même temps des sources de protéine. Or les protéines sont précisément ce qui manque le plus dans l'alimentation de l'haïtien.

L'usage de fruits et de légumes, ainsi que l'addition de produits animaux frais, même en petite quantité, devraient être la règle dans les cantines scolaires. Une information adéquate des responsables des cantines devrait être entreprise.

2.—Enrichissement de la farine de blé.

La consommation de farine de blé dans le pays est en augmentation constante. Elle était estimée à 20 lbs par habitant et par an pour la période 1956-1957 par Olcott et Nicolas (10), à 12 kilos, soit 26,4 lbs, pour 1958, par le Département américain de l'agriculture (11). Le pain ou "biscuit" (nom courant du petit pain de 28,4 gr) se mange jusque dans les coins les plus reculés du pays. La farine constituerait un véhicule de vitamines d'autant plus adéquat qu'elle est entiè-

rement distribuée par le circuit commercial, et qu'elle est produite par une seule grande usine, moderne et bien équipée.

L'enrichissement de la farine se fait en y ajoutant un mélange contenant classiquement, outre le riboflavine, de la thiamine, de la niacine et du fer. La dose courante du mélange commercial utilisé, apporte entre 2,0 et 2,5 milligrammes de riboflavine par livre de farine. Si on admet que l'haïtien consomme en moyenne 26,4 livres de farine par an, soit 0,072 lbs par jour, on peut calculer que l'addition d'une dose du mélange enrichissant apporterait entre 0,14 et 0,18 mgr additionnels de riboflavine par jour. Les besoins moyens étant estimés à 1,5 mgr et la consommation à 1,1 mgr, le déficit moyen est de l'ordre de 0,4 mgr par personne et par jour. L'apport dû à l'enrichissement comblerait donc entre 36% et 45% de ce déficit.

Le prix de l'enrichissement est extrêmement réduit. Il revient, aux Etats-Unis, à environ \$0.04 pour cent livres de farine. Avec une double dose du mélange, le déficit serait pratiquement comblé.

Rappelons que dès 1959, Sebrell et coll. (1) avaient recommandé l'usage de farine enrichie en Haïti. Le calcul simple présenté ci-dessus, même compte tenu des erreurs inévitables de ce genre d'estimation, montre néanmoins à suffisance le bénéfice que la population d'Haïti pourrait retirer de l'application d'une mesure aussi simple et aussi peu coûteuse.

CONCLUSIONS

L'ariboflavinose est une des affections carencielles les plus répandues en Haïti. Elle se présente avec une fréquence très variable selon les endroits et les époques de l'année, atteignant parfois plus de la moitié de la population. Elle semble avoir une prédominance rurale.

Caractéristique de l'âge scolaire, elle n'est cependant nullement limitée à ce groupe d'âge. Les nourrissons sont très rarement atteints, tandis que les préscolaires le sont parfois, surtout s'ils souffrent de malnutrition protéino-calorique. Les signes cliniques d'ariboflavinose sont en effet extrêmement fréquents dans le kwashiorkor en Haïti. Il existe une relation nette entre malnutrition et ariboflavinose chez le petit enfant. Les adultes sont en général moins atteints que les enfants

d'âge scolaire, et il ne semble pas exister de différence importante entre les sexes.

L'apport alimentaire de riboflavine, qui se situe aux environs de 1,1 mgr par personne et par jour, ne représente que 70% environ des besoins. Des sources importantes de vitamine B2 comme la viande, le lait ou les légumes verts, sont présents en quantité insuffisante dans le régime alimentaire d'un grand nombre d'haïtiens, ce qui explique que l'apport soit déficient, et que la carence soit manifeste chez un nombre aussi élevé de personnes.

Quoique les effets d'une telle carence soient encore trop mal connus, la fréquence avec laquelle elle se rencontre justifie qu'on lui accorde beaucoup plus d'attention.

L'enrichissement de la farine de blé, déjà conseillé en 1959, mesure simple et bon marché, permettrait à elle seule une élévation très importante de l'apport en riboflavine. La consommation et la production de produits animaux, de fruits et de légumes devront être encouragées. Ces mêmes aliments devront être introduits systématiquement dans les menus des cantines scolaires.

Des études complémentaires sont nécessaires sur les variations saisonnières de cette avitaminose, ainsi que sur la place qu'occupent, dans le régime haïtien actuel, les aliments locaux, sources de vitamine B2.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Sebrell, W. H., Jr., S. C. Smith, E. L. Severinghaus, H. Delva, B. L. Reid, H. S. Olcott, J. Bernadotte, W. Fougère, G. Barron, G. Nicolas, K. W. King, G. L. Brinkman & C. E. French.—Appraisal of nutrition in Haiti. *Am. J. Clin Nutrition*, 7: 538-584, 1959.
- (2) Fougère, W., K. W. King & J. Bernadotte.—Données non publiées, 1960.
- (3) King, K. W. & W. Fougère.—Données non publiées, 1959.
- (4) Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe.—The nutritional status of Haitian children. *Acta Trop.* (Basel), 18: 1-45, 1961.
- (5) Beghin, I.—Données non publiées, 1962.
- (6) Beghin, I., W. Fougère & K. W. King.—Enquête clinique sur l'état de nutrition des enfants préscolaires de Fond-Parisien et de Ganthier (Haïti): juin 1964. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 45: 577-601, 1965.
- (7) Fougère, W.—Données non publiées, 1965.
- (8) César, C.—La nutrition chez les femmes enceintes. In Réunions obstétricales de la maternité Isaïe Jeanty. Port-au-Prince, Haïti, Impr. Théodore.

- (9) Boulos, C.—Une enquête alimentaire en Haïti. *Bull. Assoc. Méd. Haïtienne*, 6: 185-188, 1954.
- (10) Olcott, H. S. & Nicolas.—Food technology in Haiti. *Food Tech.*, 13: 10-18, 1959.
- (11) U. S. Department of Agriculture.—Food balances in foreign countries, Part III, estimates for 20 republics of Latin America. Washington, D. C. November 1960. (FAS-M-104)
- (12) Institut Haïtien de Statistique.—Dépenses et consommation de familles à faible revenu. *Bull. Trim. Statist.*, 2, 1951.
- (13) Dominique, Gladys, G. Uriodain, W. Fougère, I. Beghin & K. W. King.—Food patterns in rural Haiti. Envoyé pour publication *Archiv. Latinoamer. Nutrición*, 1966.
- (14) Dominique, Gladys.—Données non publiées, 1965.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Metionina, Cistina, Lisina y Triptofano en algunos alimentos venezolanos

BERTA NOLBERGA SH.
Instituto Nacional de Nutrición
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se presentan los resultados analíticos de 4 aminoácidos obtenidos por métodos microbiológicos en 35 alimentos venezolanos y se comparan con la proteína de referencia ideada por la FAO. Las leguminosas resultaron bajas en metionina y cistina y en algunos casos en triptofano. Los tubérculos eran bajos en los aminoácidos azufrados y en algunos casos arrojaron valores altos en triptofano. En general, los valores de lisina se encontraron satisfactorios comparados con el patrón FAO con excepción de los cereales, el ajonjolí y el maní. Se hallaron valores bajos de metionina y cistina en los plátanos y bananas.

INTRODUCCION

La información disponible en Latinoamérica sobre el contenido de aminoácidos en productos alimenticios es insuficiente y dispersa, y existe gran discrepancia entre los valores reportados en la literatura. Investigadores cubanos indican metionina, triptofano y lisina en alimentos (1, 2) y autores mexicanos reportan el contenido de aminoácidos limitantes en algunos alimentos básicos de la dieta de ese país (3). Considerando la gran importancia nutricional que reviste el conocimiento de la composición en aminoácidos de los alimentos autóctonos, se ha considerado de interés ofrecer en la presente publicación algunos valores de los aminoácidos lisina, metionina, cistina y triptofano, por considerarlos de utilidad en la

apreciación del valor biológico de las proteínas correspondientes y del valor suplementario de los alimentos entre sí. Se han seleccionado estos 4 aminoácidos porque son los que con mayor frecuencia se encuentran en cantidades limitantes en una dieta mixta.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras analizadas fueron adquiridas en su mayoría en el mercado local. En algunos casos se trataba de productos industriales enviados a este laboratorio por sus respectivos fabricantes o adquiridos especialmente para fines de análisis y estudios biológicos. Los análisis se refieren sólo a la parte comestible.

Se incluyen algunas muestras que, sin ser alimentos, pueden servir para la preparación de productos comestibles, tales como levadura de cerveza, torta de ajonjolí, etc.

Para la determinación de los aminoácidos se utilizó el método microbiológico. El organismo empleado para la determinación de lisina, metionina y cistina es el *Leuconostoc mesenteroides* P-60, según métodos de Steel, Sauberlich y Baumann (4), Koch y Hanke (5) y F. C. Barton-Wright (6). Las muestras se hidrolizaron a 15 lb. de presión durante 6 horas con HCl 3N para el análisis de lisina y metionina y durante 2 horas con HCl 3N para cistina.

Para determinación de triptofano se empleó *Lactobacillus arabinosus* 17-5 según los métodos de Barton-Wright (6) y de R. Block y Bolling (7) por hidrólisis de la muestra durante 8 horas con NaOH 5N.

El nitrógeno se determinó por el método de macro-Kjeldahl. Todos los análisis se efectuaron en duplicado o triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados analíticos se presentan en la Tabla Nº 1, expresados en gramos por 16 gr. de nitrógeno. Los valores de leguminosas se habían señalado ya en una publicación anterior (8) y se repiten aquí para fines de comparación.

Se observa que, en general, las leguminosas presentan valores altos en lisina, regulares en triptofano y bajos en metionina y cistina. Algunos de los tubérculos analizados se des-

TABLA N° 1
 CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN ALGUNOS ALIMENTOS
 (Gr./16 gr. N)

ALIMENTOS	N %	Triptofano	Lisina	Metionina	Cistina
Leguminosas:					
Caraotas negras (Phaseolus vulgaris)	3.64	1.03	7.36	1.06	0.88
Frijol negro (Vigna sinensis)	3.68	1.10	7.22	1.36	0.77
Frijol Tody (Vicia faba)	4.05	0.67	6.64	—	—
Lenteja (Lens esculenta)	3.65	0.67	6.82	0.70	0.74
Gallinazo (Dolichos lablab)	3.22	0.97	6.93	0.61	1.02
Caraotas rosadas (Phaseolus vulgaris)	3.29	1.12	7.55	0.88	0.48
Quinchonchos (Cajanus indicus)	3.18	0.65	7.90	1.03	0.75
Garbanzos (Cicer arietinum L.)	2.93	1.16	7.58	1.35	1.15
Arvejas (Pisum sativum)	3.31	0.73	7.61	0.69	0.57
Granos y sus productos:					
Arroz (Oryza sativa L.)	1.19	1.10	3.64	2.06	1.61
Harina de arroz	1.46	1.14	3.92	2.67	1.60
Maíz blanco pilado (Zea Mays L.)	1.67	0.57	2.18	1.90	1.77
Harina de maíz tostado	1.43	0.59	1.89	1.87	1.38
Maíz blanco en concha (Zea Mays L.)	1.62	0.61	2.80	1.74	1.97
Tubérculos:					
Papa (Solanum tuberosum L.)	0.30	1.12	6.67	1.25	0.80
Yuca (Manihot Aipi)	0.20	1.40	3.86	0.33	0.20

(Sigue)

TABLA N° 1 (continuación)
 CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN ALGUNOS ALIMENTOS
 (Gr./16 gr. N)

ALIMENTOS	N %	Triptofano	Lisina	Metionina	Cistina
Mapuey (Dioscorea tryphylla)	0.20	1.24	3.96	—	—
Ñame (Dioscorea alata)	0.23	1.22	4.74	1.37	0.80
Ocumo (Xanthosoma sagittifolium)	0.27	1.01	3.78	0.63	1.12
Batata (Ipomaea batatas L. Lam)	0.27	1.60	5.15	1.19	0.65
Apio (Arracacia xanthorrhiza)	0.10	1.84	4.22	0.78	0.40
Varios:					
Auyama (Cucurbita Pepo L.)	0.12	1.33	6.72	0.47	0.32
Plátano verde (Musa paradisiaca normalis)	0.18	1.06	4.66	0.97	1.06
Plátano maduro (Musa paradisiaca normalis)	0.17	1.22	5.05	1.05	0.97
Banana guineo (Musa sapientum)	0.20	1.01	4.65	0.59	0.60
Banana manzano (Musa sapientum)	0.17	1.12	4.15	0.79	0.37
"Madurina" (harina de plátano maduro)	0.41	1.03	3.35	0.87	0.51
Harina de plátano verde	0.39	1.03	3.90	0.70	0.49
Casabe (pan de yuca)	0.22	1.75	3.90	0.70	0.23
Maní (proteína aislada)	10.27	1.06	3.25	0.75	1.20
Ajonjolí (torta industrial)	7.01	1.68	2.57	2.12	1.50
Harina de pescado de sardina nacional	8.03	1.16	8.46	2.51	0.77
Levadura Torula (Torulopsis utilis)	8.02	1.02	6.16	1.13	0.56
Leche en polvo	4.62	1.16	9.50	3.37	0.76
Caseína	14.00	1.27	8.55	3.18	0.31
FAO referencia		1.40	4.20	2.20	2.00

tacan por valores elevados de triptofano, notablemente el apio y la batata. Las muestras de plátanos y bananas mostraron valores muy deficientes en aminoácidos azufrados.

Al comparar los valores obtenidos en el presente trabajo con los de López y col. (2) se observa que el valor de triptofano reportado por dichos autores en la papa es de 0.66 g/16 gramos N, lo cual resulta bajo en comparación al hallado por nosotros (Tabla 1) y al valor promedio recopilado por Orr y Watt (9), el cual es de 1.05 g/16 g. N.

El contenido de triptofano en el apio señalado por Orr-Watt (9) de 0.67 g/16 g N es muy inferior al hallado en estos análisis, el cual es de 1.84 g/16 g N.

En cuanto a cifras de lisina, llama la atención el valor más alto de la auyama cultivada en el país, el cual es de 6.72 g/16 g N en comparación al resultado de 4.88 g/16 g N señalado por Orr-Watt (9).

En general se observa mejor coincidencia entre los resultados encontrados por nosotros y los reportados por Navia, López y col. (1 y 2).

Los valores de cistina se comparan solamente con los datos señalados por Orr-Watt (9), ya que otros autores no indican resultados para este aminoácido. La mayor diferencia se observa en el valor correspondiente a la yuca. El valor encontrado por nosotros es de 0.20 g/16 g N, el cual es menor al señalado por Orr-Watt (9), que es de 1.09 gr. Es interesante mencionar el valor de cistina encontrado por Block y Bolling (7) en la harina de yuca, el cual es de 0.60 g/16 g N.

En algunos casos la definición completa de las muestras o ausencia de ellas en publicaciones hace difícil una comparación útil.

Para apreciar los resultados en términos de valor nutritivo se debe tomar en cuenta la cantidad de proteína en los productos analizados además de la composición en aminoácidos. Evidentemente, la cantidad de proteínas presente en las muestras de verduras feculentas es tan bajo que su composición no podrá influir mayormente en la ingesta de aminoácidos, salvo que constituyeran una parte apreciable de la dieta popular, lo que no ocurre generalmente en Venezuela. Sin embargo, en algunas partes del oriente del país el consumo del casabe es de considerable importancia.

En la Tabla N^o 1 se ha incluido la proporción de los aminoácidos de un patrón de referencia provisional calculada por expertos de la FAO según los supuestos requerimientos humanos (10). Al comparar los valores de dicho patrón con los reportados en el presente trabajo, se observa en casi todos una deficiencia de aminoácidos azufrados.

SUMMARY

Methionine, lysine, cystine and tryptophan in some Venezuelan foods

Thirty five Venezuelan foods were analyzed by microbiological methods for 4 amino acids and compared with the FAO reference pattern. All were more or less low in sulfur containing amino acids. In some legumes triptophan was also low while in some edible roots high values of this amino acid were found. Plantains and bananas were low in methionine-cistine.

AGRADECIMIENTO

La autora expresa su agradecimiento al Dr. Werner G. Jaffé por su valiosa supervisión y asistencia en la preparación de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Navia, J. M., H. López, M. Cimaderilla, E. Fernández, A. Valiente, J. D. Clement & R. S. Harris.—Nutrient composition of Cuban foods. I. Foods of vegetable origin. *Food Research* 20, 97-113, 1955.
- (2) López, H., J. M. Navia, D. Clement & R. S. Harris.—Nutrient composition of Cuban foods. III. Foods of vegetable origin. *Journal of Food Science* 28, 600-610, 1963.
- (3) Suárez, M. de la Luz, G. Massieu H., R. O. Cravioto, J. Guzmán Garca.—Nuevos datos sobre contenido en aminoácidos indispensables en alimentos mexicanos. *Ciencia* 14, 19-32, 1954.
- (4) Steele, B. F., H. E. Sauberlich, M. S. Reynolds & C. A. Baumann.—Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. *J. Biol. Chem.* 177, 533-544, 1949.
- (5) Koch, F. C. & M. E. Hanke.—Practical methods in Biochemistry. Baltimore, The Williams & Wilkins Co., 1953.
- (6) Barton-Wright, E. C.—Microbiological Assay of the vitamin B complex and amino acids. London, Pitman Publishing Corp., 1952.
- (7) Block, R. J. & D. Bolling.—The amino acid composition of proteins and foods. Charles Thomas Publisher. Springfield, Illinois, U.S.A., 1951.
- (8) Jaffé, W. G., M. Gross, A. Mosqueda S., S. García, H. Olivares, C. Embden, B. Nolberga & M. de Zaranz.—Composición de los diversos nutrientes de leguminosas de mayor consumo en Venezuela. *Arch. Venezol. Nutr.* 8, 97-106, 1957.
- (9) Orr, M. L. & B. K. Watt.—Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. Home Economics Research Report No. 4.
- (10) Food and Agriculture Organization of the United Nations.—Protein requirements. Report of the FAO Committee. Rome, Italy, 24-31 October, 1955. Rome, 1957. FAO Nutritional Studies No. 16.

Biological response of rats fed amino acid supplemented pea bean (*PHASEOLUS VULGARIS*) diets¹

MARTHA E. PURDOM² AND RUSSELL V. BROWN³

SUMMARY

Sprague-Dawley immature male white rats were fed a 10% level (1.6% nitrogen) isocaloric defatted whole dried egg control diet and four pea bean (*Phaseolus vulgaris*) test diets without amino acid supplementation or supplemented with either 0.3% DL methionine, 0.1% DL tryptophan, or both, for 28 days. Analysis of mean differences indicates that methionine supplementation was effective in increasing consumption and weight gains.

Tryptophan supplementation reduced fecal nitrogen excretion, but greatly increased urea nitrogen and total urine nitrogen excretion. The results indicate that tryptophan supplementation did not increase nitrogen utilization. Excess free amino acids, not used in metabolism, were proportionately excreted as amino nitrogen.

INTRODUCTION

McPherson (1) suggested that one of the first steps needed to improve low-quality plant protein foods might be the addition of prescribed amounts of amino acids, such as methionine and lysine.

Inexpensive plant proteins such as the cereal grains and the legumes lack certain amino acids. All the common cereal grains are deficient in lysine while the legumes are primarily

1 Supported by North Texas State University Faculty Research Funds.

2 School of Home Economics, North Texas State University, Denton, Texas.

3 Department of Biology, North Texas State University, Denton, Texas.

Recibido: 25-8-1966

deficient in methionine. Adding proper amounts of lysine to cereals and of methionine to plant foods enhances the protein efficiency of these two plant foods. Further protein efficiency might be attained by adding small amounts of other amino acids (2).

Several investigators (3, 4, 5, 6, 7, 8) have shown that the lack of methionine was the principal growth-limiting factor, with the exception of pigeon peas (5), of rats fed low-protein legume diets.

Based on amino acid analysis of dried whole egg and pea beans (*Phaseolus vulgaris*) (9) a study was undertaken to determine if the addition of DL methionine and DL tryptophan to a pea bean legume protein might be more effective in promoting growth and nitrogen utilization of growing male rats than DL-tryptophan or DL-methionine alone. Changes in weight gains, nitrogen retention and utilization were determined to clarify the nutritional value of a legume protein supplemented with more than one amino acid.

EXPERIMENTAL

Groups of three male rats (Sprague-Dawley strain), each weighing 103 to 129 grams, were kept in individual stainless steel metabolic cages and fed quantities (10-18 grams) of isocaloric, isonitrogenous reference and test diets (table 1) for 28 days. The quantities of racemic amino acid (0.3% DL-methionine and 0.1% DL-tryptophan) supplements were based on the findings of Salmon (10), and Sauberlich *et al.* (11).

Commercially dried whole egg was fat-extracted with hexane (boiling point 65° to 75° C) in a Soxhlet apparatus for 36 hours. The dried defatted whole egg was used as the reference diet based on the report of Sumner *et al.* (12).

Pea beans, autoclaved for 30 minutes at 15 pounds pressure to decrease toxicity and increase palatability, were then dried at room temperature and ground to a fine flour (13, 8).

A 10% level of protein (1.6% nitrogen) was chosen on the basis of information reported in the literature (2, 5). Since most vegetables have a low protein content, incorporating more than 10% of plant protein in the diet could make it impossible to include enough of the other dietary constituents.

TABLE 1
COMPOSITION OF EXPERIMENTAL DIETS

DIETARY CONSTITUENTS	D I E T S				
	Egg	Pea Beans	Pea Beans+ Methionine	Pea Beans+ Tryptophan	Pea Beans+ Methionine+ Tryptophan
	g %	g %	g %	g %	g %
Defatted dried whole egg ¹	14.8				
Pea bean ²		40.4	40.4	40.4	40.4
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin mix ³	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Wesson salt mixture ⁴	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Cerelose ⁵	72.0	48.4	48.1	48.3	48.0
Alphacel	2.0				
DL methionine ³			0.3		0.3
DL tryptophan ³				0.1	0.1
Total protein ⁶	10.4	10.5	10.5	10.5	10.0
Per cent nitrogen	1.66	1.68	1.68	1.68	1.60
Calories/g ⁷ (direct calorimetry)	3.80	3.84	3.83	3.85	3.88

¹ Fat extracted in the laboratory by hexane. Henningsen, Inc. Springfield, Missouri, U.S.A.

² Michelite pea bean (*Phaseolus vulgaris*).

³ Vitamin Diet Fortification Mixture in Dextrose and synthetic amino acids purchased from Nutritional Biochemicals Corp., Cleveland, Ohio, U.S.A.

⁴ Wesson Salt mixture W is formulated per Wesson modification of Osborne and Mendels salt mixture (*Science*, 75: 339, 1932).

⁵ Cerelose Corn Products Refining Co., Argo, Illinois, U.S.A.

⁶ N × 6.25 — analyzed in laboratory.

⁷ Calories/g — analyzed in laboratory.

Portions of the defatted dried whole egg and pea bean flour were analyzed for amino acid content by Dr. Wayne Ryan¹, University of Nebraska College of Medicine (Table 9) after the experimental work was completed.

All laboratory rats were weighed individually at a specified time each week. Food was weighed daily and each rat was offered a total of 401 grams of food during the experimental period. All uneaten food from each rat was collected and weighed daily to determine the amount of food actually consumed.

Seven-day composites of pooled feces from each rat were dried in a vacuum oven at 10 pounds pressure to a constant weight and then ground, re-weighed and stored in individual bottles. Urine was collected daily in flasks containing approximately 5 ml of 10% sulfuric acid, as described by Rose *et al.* (14). Seven-day composites of pooled urine samples for each rat were stored in a refrigerator until analyzed.

Total nitrogen was determined for the protein foods, experimental diets, urine and feces by the micro-Kjeldahl procedure (15). Urine samples (1 cc) were adjusted to pH 7.6 with 0.2 N NaOH and analyzed for total urea (16). For the amino nitrogen determination (17) 25-cc urine samples adjusted to pH 7.6 with 1 N NaOH were analyzed.

Caloric content of diet samples was estimated by direct combustion in the Parr oxygen calorimeter.

RESULTS AND DISCUSSION

Results were analyzed by a series of analyses of variance, all of which showed highly significant treatment effects. Designed studies of these treatment effects were made by *t* tests of differences between treatment means and are reported in

¹ Dr. Ryan (personal communication) describes his method as follows: "The samples were weighed and dried to constant weight at 100° to determine per cent moisture. A weighed sample was placed in a glass ampoule and made 6 N with hydrochloric acid. The ampoules were sealed, placed in a dry ice-alcohol bath and attached to a high vacuum pump. At 50 microns, the ampoules were sealed and placed in a constant temperature heating block at 100° C for 24 hours. After lyophilization to remove the hydrochloric acid, the residue was dissolved in pH 2.2, 0.2 N sodium citrate buffer and chromatographed on a Spinco 120B amino acid analyzer (accelerated system with micro-cuvette). The tryptophan content was determined on a separate sample by the Spies and Chambers method. Cystine and methionine were determined by the method of Moore, using performic acid oxidation to methionine sulfone and cysteic acid."

Tables 2 through 8. Table 2 shows that pea bean and pea bean plus tryptophan diets are essentially the same in terms of weight gain. Thus the addition of tryptophan was of no value. The other three diets, whole defatted egg, pea bean plus methionine, and pea bean with both methionine and tryptophan, resulted in considerably greater weight gains. Adding

TABLE 2
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY WEIGHT GAINS
OF THREE RATS PER GRAM OF NITROGEN RETAINED

DIET	grams/ week	PBMT	PBT	PBM	PB
		22.7	7.8	21.2	8.3
Egg	22.5	.2	14.7***	1.3	14.2***
PB ¹	8.3	14.4***	.5	12.9***	
PBM ²	21.2	1.5	13.4***		
PBT ³	7.8	14.9***			

*** Significant at .001 level of probability, others not significantly different.

¹ Pea Beans

² Pea Beans + Methionine

³ Pea Beans + Tryptophan

TABLE 3
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY GAINS (grams)
PER GRAM OF FOOD CONSUMED BY THREE RATS

DIET	grams/ week	PBMT	PBT	PBM	PB
		.26	.10	.29	.11
Egg	.31	.05	.21**	.02	.20**
PB	.11	.15**	.01	.18**	
PBM	.29	.03	.19**		
PBT	.10	.16**			

** Significant at the .01 level.

both tryptophan and methionine to pea bean did not result in weight gains greater than pea bean with methionine. Once again indicating that tryptophan was of no value. The rats consumed more than 99 per cent of the food provided for three diets: whole defatted egg, pea bean with methionine, and pea bean with both methionine and tryptophan. They consumed 91.2 per cent of pea bean with tryptophan and only 76 per cent of unsupplemented pea bean diet. Differences in nitrogen retention among the pea bean diets were significant in themselves, but not in terms of retention per gram of food consumed. However, all were lower than the egg diet. Since consumption of food accounted for differences in nitrogen retention among supplemented pea bean diets, it is of interest to consider the effect of consumption on weight gains. Table 3 shows this relationship and indicates that additions of tryptophan did not increase utilization of pea bean diets as did methionine. Table 4 shows differences in nitrogen intake which was of course due to differences in consumption.

Excretion of fecal nitrogen is shown in Table 5 in terms of food consumed. There was less fecal nitrogen excretion with egg diet than with any pea bean diet. The higher level of unabsorbed nitrogen from a legume protein diet was reported by other investigators (3, 18). Addition of tryptophan lowered fecal nitrogen excretion within the pea bean diets. Supplementing pea bean diets with tryptophan increased the

TABLE 4
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY NITROGEN
INTAKE (in milligrams) IN THREE RATS

DIET	mg N	PBMT	PBT	PBM	PB
		1600	1533	1677	1274
Egg	1660	60**	127***	17	386
PB	1274	326***	259***	403***	
PBM	1677	77**	144***		
PBT	1533	67**			

*** Significant at .001 level of probability.

** Significant at .01 level of probability.

* Significant at .05 level of probability.

TABLE 5
COMPARISON OF MEAN WEEKLY MILLIGRAMS OF FECAL
NITROGEN PER GRAM OF FOOD CONSUMED FOR
THREE WHITE RATS

DIET	mg N	PBMT	PBT	PBM	PB
		3.587	3.305	3.842	3.869
Egg	1.285	2.302***	2.557***	2.020***	2.584***
PB	3.869	.282	.564***	.027	
PBM	3.842	.537**	.255		
PBT	3.305	.282			
PBMT	3.587				

** Significant at the .01 level.

*** Significant at the .001 level.

TABLE 6
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY EXCRETION
OF NITROGEN (in milligrams) IN URINE BY THREE RATS

DIET	mg N	PBMT	PBT	PBM	PB
		93	158	106	86
Egg	101	8	57**	5	15
PB	86	7	72**	20	
PBM	106	13	52**		
PBT	158	65**			

** Significant at the .01 level.

amount of nitrogen excreted in the urine (Table 6). The milligrams of urine nitrogen per gram of food consumed is 1.73 for pea bean with added tryptophan. This is significantly higher than the other pea bean diets that ranged from .93, 1.06, to 1.13 or whole defatted egg 1.01. Urea nitrogen was significantly higher with tryptophan added than for all other diets (Table 7). This relationship is not changed in considering

TABLE 7
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY EXCRETION
OF UREA NITROGEN (In milligrams) IN URINE OF THREE RATS

DIET	mg N urea N	PBMT	PBT	PBM	PB
		19	26	17	16
Egg	15	4	11**	2	1
PB	16	3	10**	1	
PBM	17	2	9**		
PBT	26	7*			

** Significant at .01 level.

* Significant at .05 level.

food consumption. The higher urea with the tryptophan diets does not account for all of the higher urine nitrogen. These results indicate that addition of methionine results in better utilization of pea bean diet. The addition of tryptophan to pea bean diet results in some decrease in fecal nitrogen but the main effect is depressed nitrogen utilization with the excess being released in the urine.

TABLE 8
COMPARISON OF DIFFERENCES IN MEAN WEEKLY EXCRETION
OF AMINO NITROGEN (per milligram) FOR THREE RATS

DIET	mg N amino N	PBMT	PBT	PBM	PB
		27	15	17	7
Egg	12	15***	3	5*	5*
PB	7	20***	8*	10**	
PBM	17	10**	2		
PBT	15	12***			

* Significant at .05 level.

** Significant at .01 level.

*** Significant at .001 level.

TABLE 9
COMPARISON OF AMINO ACIDS IN EDIBLE
PORTION OF THE FOODS AND REQUIREMENTS FOR RAT GROWTH

Essential Amino Acids for Rat Growth ¹	Proportions ¹ required for Rat Growth	Dried Whole Egg ² Average g per g total Nitrogen	Pea Bean ² (Phaseolus vulgaris) Average g per g total Nitrogen	Dried Whole Egg ³ Defatted mg/100. mg dry wt.	Pea Bean ³ (Phaseolus vulgaris) mg/100. mg dry wt.
Lysine	5	0.400	0.464	4.3	1.5
Leucine	4	0.550	0.537	6.3	2.2
Valine	3.5	0.464	0.379	4.8	1.4
Phenylalanine	3.5	0.361	0.345	4.2	1.5
Methionine	3	0.196	0.063	4.3	0.62
Cystine		0.146	0.062	4.2	0.61
Isoleucine	2.5	0.415	0.355	4.0	1.3
Threonine	2.5	0.311	0.271	3.6	1.2
Histidine	2	0.150	0.178	1.5	0.5
Arginine	1	0.410	0.376	4.0	0.5
Tryptophan	1	0.103	0.058	0.42	0.96
Glycine	0	0.221	0.106	2.6	0.9
Aspartic Acid	0	0.438	0.419	8.1	3.3
Serine	0	0.525	0.325	5.5	1.5
Proline	0	0.265	0.269	3.0	1.1
Glutamic Acid	0	0.773	1.000	10.2	4.0
Alanine	0		0.356	4.3	1.1
Tyrosine	0	0.269	0.241	2.7	0.6

¹ Rose's Requirements (19).

² Home Economics Report No. 4 (9).

³ Dr. Wayne Ryan. University of Nebraska, College of Medicine: Lincoln, Nebraska.

Diets with amino acids added were all significantly higher in total amino nitrogen recovered than the pea bean diet (Table 8). The whole egg diet was not greatly different from the pea bean diet. While the diets with DL-tryptophan and DL-methionine were different from pea bean alone, they were not different from each other or the defatted whole dried egg diet. The diet containing both DL-methionine and DL-tryptophan was the highest in total amino nitrogen excreted and this was significantly higher than all other diets. This would indicate that free amino acids in the diet, not used in metabolism, are excreted as amino nitrogen, and that increasing free amino acid content of diet over amount utilized will increase the amino nitrogen excreted proportionately. This phenomenon of mean differences in metabolic utilization of free amino acids is closely related to growth requirements of a young rat (Table 9). Actual analysis of the amino acids of our test food did not agree with the Home Economics Report No. 4 (9) especially for tryptophan (Table 9).

Based on the Home Economics Report No. 4 we added DL-tryptophan to our pea bean diet as their analysis shows deficiencies in methionine and tryptophan. After our laboratory results were studied, an amino acid analysis was performed on our test foods, to clarify any differences which could effect the results. Comparisons indicated (Table 9) that a mere inspection of the amino acid pattern of a protein food will not afford a sound basis for judgment of their nutritive value or even for determining which amino acids limit their nutritive value. Final judgment always lies with an actual amino acid analysis followed by controlled feeding trials.

RESUMEN

Respuesta biológica de ratas alimentadas con dietas elaboradas a base de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y suplementadas con aminoácidos

Ratas machos de 103-129 gr. de peso se alimentaron con cantidades pesadas de raciones isocalóricas y con 10% de proteínas preparadas a base de huevo desgrasado o de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) con o sin suplementación con 0.3% DL-metionina ó 0.1% DL-triptofano.

Se observó que la adición de metionina aumenta grandemente el consumo y la retención de N y el aumento de peso. DL-triptofano afectó la excreción total de N y de urea. La excreción de N amínico era mayor en las raciones adicionales con aminoácidos que con las dietas de huevo o frijoles solamente.

Los resultados indican que una suplementación excesiva de una ración de frijoles con DL-triptofano resultó en una utilización reducida del nitrógeno y que un exceso de aminoácidos libres no utilizados metabólicamente fueron excretados proporcionalmente en la orina y detectados como amino-nitrógeno. Un exceso de DL-triptofano apareció en la orina principalmente en forma de urea en contraste con DL-metionina.

BIBLIOGRAFIA

- (1) McPherson, A. T.—Synthetic food for tomorrow's billions. *Bull. Atomic Sci.*, 21: 6, 1965.
- (2) Howe, E. E., E. W. Gilfillan & M. Milner.—Amino acid supplementation of protein concentrates as related to the world protein supply. *Am. J. Clin. Nutrition*, 16: 321, 1965.
- (3) Forbes, R. M.—Studies on the influence of antibiotics and methionine and nitrogen utilization and basal metabolism of the growing male albino rat. *J. Nutrition*, 53: 275, 1954.
- (4) Hayward, J. W. & F. H. Hafner.—The supplementary effect of cystine and methionine upon the protein of raw and cooked soybeans as determined with chicks and rats. *Poultry Sci.*, 20: 139, 1941.
- (5) Jaffe, W. G.—Limiting essential amino acids of some legume seeds. *Proc. of the Soc. for Exper. Biol. and Med.*, 71: 398, 1949
- (6) Kakade, M. L. & R. J. Evans.—Growth inhibition of rats fed raw navy beans. *Fed. Proc.*, 22: 551, 1963.
- (7) Russell, W. C., M. W. Taylor, T. G. Mehrhof & R. R. Hirsch.—The nutritive value of the protein of varieties of legumes and the effect of methionine supplementation. *J. Nutrition*, 32: 313, 1946.
- (8) Sherwood, F. W., V. Weldon & W. J. Peterson.—Effect of cooking and of methionine supplementation on the growth-promoting property of cowpea (*Vigna sinensis*) protein. *J. Nutrition*, 52: 199, 1954.
- (9) Orr, M. L. & Watt, B. K.—Amino acid content of foods. Home economics research report, No. 4 U. S. Dept. of Agric., Washington, D. C., pp. 10-16, 1957.
- (10) Salmon, W. D.—The tryptophan requirement of the rat as affected by niacin and the level of dietary nitrogen. *Arch. Biochem.*, 51: 30, 1954.
- (11) Sauberlich, H. E. & W. D. Salmon.—Amino acid imbalance as related to tryptophan requirement of the rat. *J. Biol. Chem.*, 214: 463, 1965.
- (12) Sumner, E. E., H. B. Pierce & J. R. Murlin.—The egg-replacement value of several proteins in human nutrition. *J. Nutrition*, 16: 37, 1938.
- (13) Liener, I. E.—Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutrition*, 11: 281, 1962.
- (14) Rose, W. C., L. C. Smith, M. Womack & M. Shane.—The utilization of the nitrogen of ammonium salts, urea, and amino acids in vivo. *J. Biol. Chem.*, 181: 307, 1949.
- (15) Pelczar, M. J., Jr., P. A. Hansen & W. A. Konetzka.—Quantitative bacterial physiology; Laboratory Experiments. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, pp. 17-18., 1961.

- (16) Peters, J. P. & D. D. Van Slyke.—Quantitative Clinical Chemistry, vol. II. Methods. Williams and Wilkins Company, Baltimore, Maryland, pp. 547-550, 1932.
- (17) Kock, F. C. & M. E. Hanke.—Practical methods in biochemistry, ed. 6. Williams and Wilkins Company, Baltimore, Maryland, pp. 256-257, 1953.
- (18) Muto, S., E. Takahashi, M. Hara W Y. Konomua.—Soybean products as protein sources for weanling infants. *J. Am. Dietetic Assoc.*, 53: 451, 1963.
- (19) Rose, W. C.—The nutritive significance of the amino acids and certain related compounds. *Science*, 86: 298, 1937.

O bócio endêmico e o suprimento e excreção urinária de iôdo no Estado de São Paulo

YARO RIBEIRO GANDRA

RESUMO

O presente trabalho foi levado a efeito no Estado de São Paulo —Brasil, em área considerada de bócio endêmico e que, há mais de 7 anos, vem recebendo suplementação de iôdo através do sal enriquecido na proporção de 1:100.000. A endemia bociosa, embora tenha diminuído de intensidade, ainda constitui problema de Saúde Pública, pois 20% dos escolares apresentam-se com bócio.

Analizou-se então, as águas de abastecimento público de 151 cidades do Estado de São Paulo, verificando-se que são geralmente pobres em iôdo ($\bar{X} = 2.4 \pm 2.0 \mu\text{g/litro}$).

Foram em seguida examinadas 869 amostras de sais colhidas no comércio e comprovou-se que elas apresentavam média ($\bar{X} = 4.6 \pm 3.6 \text{ mg/kg}$ de sal) inferior a 50% do que determina a lei Federal. A mistura de iodato ao sal não conseguiu a homogeneidade desejada o que foi evidenciado, pelos altos Coeficientes de Variação dos resultados obtidos dentro de cada marca comercial.

A excreção urinária de iôdo foi relacionada com aquela de creatinina expressa por centímetro de altura do escolar, após se corrigir as variações periódicas, das excreções daqueles metabólitos. Foram estabelecidos fatores de correção tanto para creatinina como para o iôdo e, para cada período de 6 horas do dia. Os escolares, apresentaram uma excreção média urinária de iôdo em torno de $84.5 \pm 54.0 \mu\text{g/dia}$, não havendo diferença significativa entre as médias de excreção urinária dos escolares com e sem bócio.

A redução da prevalência do bócio endêmico, no Estado de São Paulo, não alcançou os resultados esperados. Um grupo apreciável da população escolar ainda continua desenvolvendo bócio.

Há muito o Estado de São Paulo, vem sendo considerado uma das zonas de bócio endêmico do Brasil e vários autores têm revelado, em diferentes cidades do Estado de São Paulo a ocorrência de bócio endêmico em escolares e adultos.

O Estado de São Paulo está situado na região Sul do Brasil, e possui uma área de 247.898 Km.² perfazendo com isso 2,9% da área total do país. Sua população é de 14.000.900 mil habitantes (1964) dos quais 28,3% concentram-se na Capital.

Por ter sido considerado como área de bócio endêmico do país, o Estado de São Paulo foi incluído entre as regiões que deveriam consumir sal iodado. Em 1953 a lei Nº 1944 tornou obrigatório a iodatação do sal de cozinha na razão de 1 parte de iodo para 100.000 de sal.

Em trabalho anterior ⁽¹⁾ publicamos o levantamento de um inquérito clínico feito no Estado de São Paulo quando foram examinados 57.849 escolares de 154 cidades representativas de diferentes regiões do Estado.

Nesse inquérito pudemos verificar que, apesar da iodatação do sal ter sido prevista pela lei em 1953 e efetivamente posta em execução, pelo menos, há 7 anos, a prevalência de bócio foi de 19,2% para o interior do Estado e 6,58% para a Capital. Verificamos por outro lado, por meio de uma reavaliação clínica, em 3.062 escolares de 19 cidades, reavaliação esta levada a efeito 23 a 26 meses após o primeiro levantamento, que o grupo reexaminado apresentou, praticamente, o mesmo número de casos de bócio no primeiro e no segundo levantamento. Pudemos concluir que nesta mesma coletividade, o número de escolares que se negativaram durante êste espaço de tempo, foi muito próximo ao dos que, de negativos, passaram a positivos. Verificamos também, que o levantamento feito em famílias de escolares em 5 cidades do Estado de São Paulo, que a prevalência de bócio em parentes dos escolares com bócio, foi maior do que nos demais.

O que se verificou, foi pois, que o suprimento de iodo oferecido à população embora tenha sido satisfatória para maior parte dos indivíduos, não foi entretanto, para um grupo apreciável da população escolar, uma vez que a redução da prevalência de bócio não alcançou os limites esperados.

Ampliando os nosso estudos resolvemos então, verificar, a quantidade de iodo que estava sendo oferecido à esta população. Para tal resolvemos fazer o levantamento da concentração de

iôdo no sal de cozinha oferecido a essas populações, além de examinar sua concentração nas águas de abastecimento público. A excreção urinária de iôdo estável foi também por nós medida, em amostra da coletividade estudada.

MATERIAL E MÉTODO

Análise do iôdo das águas de abastecimento público:

Em 151 localidades onde procedemos ao levantamento clínico do bócio endêmico, colhemos 228 amostras, em duplicata, de água do abastecimento público para posterior dosagem química do respectivo teor de iôdo.

Quando a cidade era servida por mais de uma fonte de água, colhíamos amostras de tôdas elas. Se a população servisse de poços, sorteávamos um ou mais dêles, de acôrdo com a extensão da área habitada.

O método escolhido para a dosagem, utiliza a reação do cério IV e arsenitos ($Ce^{4+} + AS^{3+} \longrightarrow Ce^{3+} + AS^{5+}$) catalizada por iodetos, segundo a técnica original de Lein & Schwartz (2). Detalhes da técnica seguida encontram-se em trabalho anterior por nós publicado (3).

Análise do iôdo do sal (cloreto de sódio) de consumo:

De cada cidade trabalhada neste inquérito, obtivemos, também, amostras de sais retiradas das casas comerciais e depósitos, em frascos prévia e especificamente preparados.

Empregamos o método alternativo que se encontra no 31062 do A. O. A. C. (4). Em tôdas análises procedemos à prova de recuperação.

Determinação de I 127 na urina: É fato conhecido a dificuldade que se tem na coleta total de urina em período longo. Resolvemos, então, relacionar a excreção urinária de iôdo com aquela de creatinina. Estudamos, preliminarmente, escolares de coletividades fechadas e, depois, aquêles pertencentes aos grupos de estudo de campo. Oportunamente retornaremos ao assunto para, com mais detalhes, descrever esta parte do trabalho.

Dosagem de creatinina: Medimos a creatinina pela técnica clássica de Folin e Wu (reação do picrato alcalino de Jaffeo) usando padrões de creatinina (5), e Filtro $\lambda = 495 \mu\mu$.

Dosagem de iôdo estável na urina: Digerimos a urina com mistura de clorato e cromato (6). O iôdo foi, então, dissolvido em

água e dosado pelo descoloramento do sistema cérico-arsenioso. 4 amostras de cada urina foram analisadas, e em duas delas, adicionamos 0,1 μg de iodo, sob a forma de iodato de potássio, para servirem à prova de recuperação.

Usamos colorímetro de Evelyn, com filtro de $\lambda = 420 \text{ m}\mu$.

RESULTADOS:

Teor de iodo em águas de abastecimento público: Os resultados das 228 amostras de água de 151 cidades do Estado de São Paulo, foram os seguintes:

$$\begin{aligned} N &= 228 \\ \bar{X} &= 2,4 \mu\text{g I/l} \\ S &= 2,0 \\ CV &= 82,2 \end{aligned}$$

QUADRO I

DISTRIBUIÇÃO, POR CLASSES, DOS RESULTADOS DO TEOR DE IODO NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

μg de I/litro	Frequência	Porcentagem sobre o total
0 —— 1	47	20,6
1 —— 5	157	68,8
5 —— 10	23	10,1
10 e +	1	0,4
Total de amostras	228	100,0

Teor de iodo do sal (cloreto de sódio) encontrado no comércio: Foram analisadas 869 amostras de sal, de 62 marcas comerciais diferentes, colhidas em 153 cidades. Obtivemos a média geral de $4,6 \pm 3,6$ miligramas de iodo por quilograma de sal. Os valores de iodo variaram desde quantidades indosáveis pelo método usado, até, 26,9 mg. de iodo por quilograma de sal.

Em 16 marcas de sais, das quais colhemos, pelo menos, 15 amostras de cada, procedemos à algumas análises estatísticas (Quadro II).

QUADRO II

CARACTERÍSTICAS ESTATÍSTICAS DOS RESULTADOS DAS DOSAGENS DE IÓDO EM SAIS COM MAIS DE 15 AMOSTRAS COLHIDAS

Símbolos das marcas comerciais	Número de amostras	mg I-/kg de sal \bar{X}	Desvio padrão S	$\pm 1.96 \frac{S}{\bar{X}}$	Coefficiente de variação $\frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$
VIII	19	6.4	6.01	± 2.70	93.53
X	101	6.1	4.88	± 0.96	80.61
XII	62	5.9	3.52	± 0.87	59.69
XVIII	56	5.3	3.64	± 0.96	69.03
XIX	28	5.1	3.37	± 1.24	65.40
XX	54	5.1	2.84	± 0.76	55.39
XXII	37	5.0	4.44	± 1.43	88.74
XXIII	19	4.7	4.36	± 1.96	92.39
XXIV	41	4.6	2.23	± 0.69	47.87
XXV	25	4.5	3.04	± 1.19	67.19
XXVI	35	4.4	2.84	± 0.94	64.06
XXVII	97	4.3	3.32	± 0.66	76.26
XXXI	66	4.2	2.71	± 0.66	65.17
XXXII	27	4.0	2.88	± 1.37	71.72
XXXIII	21	4.0	3.96	± 1.69	99.25
XXXV	34	3.9	2.43	± 0.81	62.55

No Quadro III, encontram-se os resultados das análises, divididos de acôrdo com o tipo de embalagem em que estavam contidos os sais. Testamos se a diferença entre as médias de iôdo dos sais contidos em material plástico e de pano, era significativa ao nível de 5% para um Z crítico de 1,96, obtivemos um Z observado de 4,41.

QUADRO III

TEOR MÉDIO DE IÔDO NOS SAIS, DE ACÔRDO COM O TIPO DE EMBALAGEM

Tipo de embalagem	Nº de amostras	Média mg I-/kg sal
Pano	394	4,0
Plástico	443	5,1
Papel impermeável	14	4,9
Total	851	

Em 18 amostras de sal analisadas não foi possível caracterizar o tipo de embalagem.

Excreção urinária de I¹²⁷: Como já havíamos mencionado anteriormente, constitui grande dificuldade estudar-se, em condições de campo, a excreção diária de um metabólito. Se esta dificuldade já é grande em ambiente fechado, como nos próprios hospitais, torna-se quase impraticável em trabalho de campo, onde, frequentemente, o contrôle da coleta de urina é dos mais precários. (7, 8, 9, 10, 11).

Para superar esta dificuldade resolvemos relacionar a excreção de iôdo com a de creatinina, como já tem sido usado por outros autores; (12, 13, 14).

Deve-se, porém, ter em vista o fato de que a excreção de creatinina, nas 24 horas, varia de indivíduo para outro (15, 16).

Para verificar a excreção média de creatinina em escolares, procuramos uma coletividade infantil que oferecesse facilidades para coleta de urina de 24 horas, e não nos obrigasse a manter as crianças sob regime diferente daquêlo a que estivessem habituadas. Ainda mais, deveria reproduzir, muito de perto, as condições de vida que levam os escolares das diferentes zonas do

Estado de São Paulo. Nossa escolha recaiu sobre o Educandário Don Duarte, localizado no Município de Cotia, onde funciona um grupo escolar oficial e seus alunos, na grande maioria, internos, têm um regime de vida muito semelhante ao dos escolares das demais escolas públicas do Estado, no que concerne à habitação, alimentação e regime de vida. Nêsse Educandário escolhemos, ao acaso, nos vários "Lares", um grupo de 87 alunos cujas idades variaram de 8 a 15 anos. Dos alunos, separados em pequenos grupos, recolhemos amostras de urina de 24 horas, colhidas sob estrita observação de pessoas treinadas para tal.

Os resultados em miligramas de creatinina na urina de 24 horas foram os seguintes: $\bar{X} = 741,4$; $S = 192,1$ e $CV = 25,9$.

Alguns autores acreditam que se obtém maior constância dos resultados se a excreção de creatinina fôr relacionada com a idade, com o pêso ou ainda com a altura do indivíduo. Procuramos, na amostra do Educandário Dom Duarte, qual dêesses índices serviria melhor aos nossos propósitos e obtivemos para mg. de creatinina/kg. de pêso: $\bar{X} = 24,0$; $S = 5,9$ e $CV = 21,5$, e para mg. de creatinina/cm. de altura: $\bar{X} = 5,5$; $S = 1,56$ e $CV = 23,0$.

Pode-se concluir que as relações mg. de creatinina/kg. de pêso e, mg. de creatinina/cm. de altura são melhores que mg. de creatinina/24 horas. A pequena diferença entre os dois últimos, não nos permitiria a escolha entre ambos. Por questões de ordem biológica, entretanto, era de se esperar que a excreção de creatinina estivesse mais na dependência da altura (massa muscular) que do pêso do indivíduo. Para êste estudo aceitamos como válido que a excreção de creatinina expressa por unidade de altura seja equivalente para os dois sexos no intervalo de idades da nossa amostra ⁽¹⁷⁾.

Procedendo ao estudo dos coeficientes de correlação correspondentes, encontramos os seguintes resultados:

Coefficiente de correlação: mg. de creatinina e kg. de pêso =
= 0,50.

Coefficiente de correlação: mg. de creatinina e kg. de pêso =
= 0,63.

Tendo em vista a existência de uma correlação entre altura e pêso que, em nossa amostra, foi de 0,82, poder-se-ia, como consequência, supor que a correlação encontrada entre creatinina e pêso (0,50) decorresse da interdependência das variáveis pêso e altura, não exprimindo, na realidade, uma dependência

direta entre creatinina e pêso, na magnitude encontrada. Resolvemos, por isto, trabalhar com o coeficiente de correlação parcial, por êle exprimir a dependência entre duas variáveis, quando a terceira é fixa. Nestas condições, obtivemos os resultados seguintes:

Coefficiente de correlação parcial: Pêso e creatinina quando fixamos a altura = $-0,037$ e Coeficiente de correlação parcial: Altura e creatinina quando fixamos o pêso = $0,444$., donde se conclui que, pelo valor encontrado para o primeiro dos dois coeficientes de correlação parcial, a taxa de excreção de creatinina, na coletividade estudada, não dependeu do pêso do indivíduo.

A despeito da magnitude da correlação encontrada ($0,44$), êste resultado foi significativamente diferente de zero, quando comparado com o valor crítico de 5% ($0,22$) da tabela de Fisher ⁽¹⁸⁾, e nos levou a trabalhar com mg. de creatinina por centímetro de altura do escolar.

Restava-nos saber se a excreção de creatinina e de iôdo, era constante nos diferentes períodos do dia. Coletamos a urina emitida em 24 horas, por 18 escolares que permaneceram sob nossa rigorosa observação durante todo o tempo. O material foi colhido separadamente em quatro período de seis horas, a saber: de 1-7, 7-13, 13-19 e 19-1 horas.

Procedemos às dosagens de creatinina e de iôdo em cada uma das amostras, assim como medimos a excreção diária total de ambos. Os resultados dessas análises podem ser observados no Gráfico I e no Quadro IV.

Verificamos que, tanto para o iôdo como para a creatinina, os valôres médios encontrados nos diferentes períodos se afastaram, para mais ou para menos, daqueles esperados para cada período se essas excreções fôssem constantes durante o dia todo. Conhecendo agora os desvios em tôrno da média nos diferentes períodos, calculamos os respectivos fatôres de correção, fc., Fi. Vimos que no curso do dia, ocorrem variações na excreção de creatinina e de iôdo. Conhecidas, entretanto, essas variações, poderemos corrigi-las no sentido de obter a proporção teórica creatinina/iôdo para o período de 24 horas.

Aceitando, por outro lado, que a média de excreção de creatinina do grupo de 87 escolares estudados, seja válida para qualquer individuo cujas características façam-no pertencer àquele grupo, e, conhecendo-se a relação creatinina / iôdo por

dia, dêsse individuo, podemos estimar a sua excreção diária de iôdo pela urina.

Designemos:

I = Iôdo total excretado, nas 24 horas.

C = mg. creatinina/cm. altura/24 horas (média geral dos 87 escolares estudados).

ca = mg. creatinina (expressa por altura) da amostra de urina.

ia = mg. de Iôdo da amostra de urina.

cp = mg. de creatinina (expressa por altura) do período.

ip = mg. de iôdo do período.

fc = fator de correção, para a creatinina, do período em que foi colhida a amostra.

Fi = fator de correção, para i iôdo, do período em que foi colhida a amostra.

Admitamos que a relação ip/cp é constante dentro de cada

período: então $\frac{ia}{ca} = \frac{ip}{cp}$. Nestas condições podemos formular

que: $I = \frac{C \cdot ia \cdot Fi}{ca \cdot fc}$ ou seja $= \frac{CFi}{fc} \cdot \frac{ia}{ca}$. Sendo $\frac{CFi}{fc}$

constante para cada período podemos chamá-lo de $\Phi 1$, $\Phi 2$, $\Phi 3$, e $\Phi 4$ de acôrdo com o período em questão.

Nestas condições, achamos lícito estimar o valor da excreção urinária de iôdo nas 24 horas, quando possuímos a relação iôdo/creatinina da amostra, assim como a creatinina média de 24 horas do grupo por nós estudado, desde que os indivíduos em estudo possuam as características dêsse grupo. O uso do quociente creatinina/cm. de altura, pelo estudo do coeficiente de variação de Pearson e da correlação parcial, nos pareceu mais indicado. A despeito das restrições que se possam fazer aos elementos que servirem de base a êste método, ainda assim, julgamos preferível o seu uso ao invés de tentar obter, em condições de campo, amostras de urina de 24 horas, para nós, não merecedoras de confiança.

Colhemos então, em campo, amostras de urina de 304 escolares distribuídos por quatro cidades do Estado de São Paulo, onde fizemos exames mais aprofundados dos escolares com bôcio (São Bento do Sapucaí, Mirassol, Martinópolis e Indaia-tuba). As urinas foram colhidas no período da manhã ou da tarde.

Obtivemos a média geral de $84,5 \pm 54,0$ μg de iôdo por 24 horas. (Quadro V).

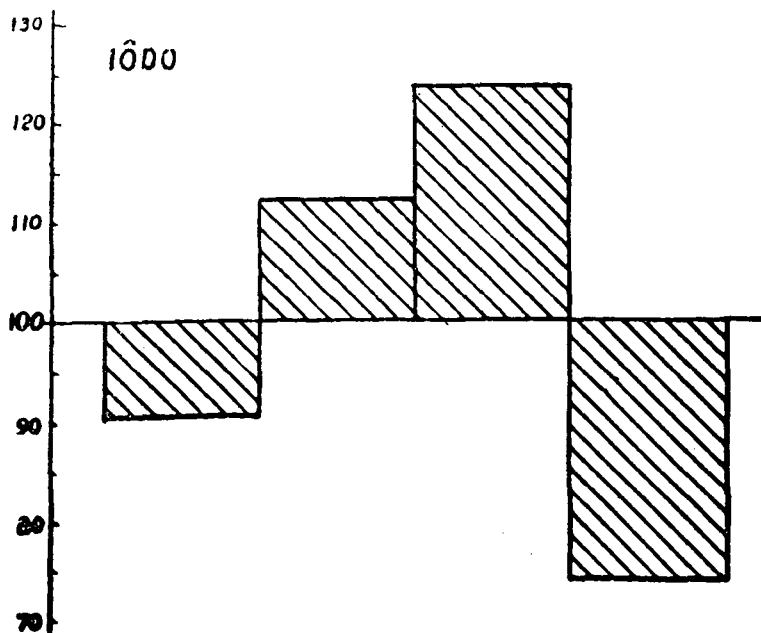
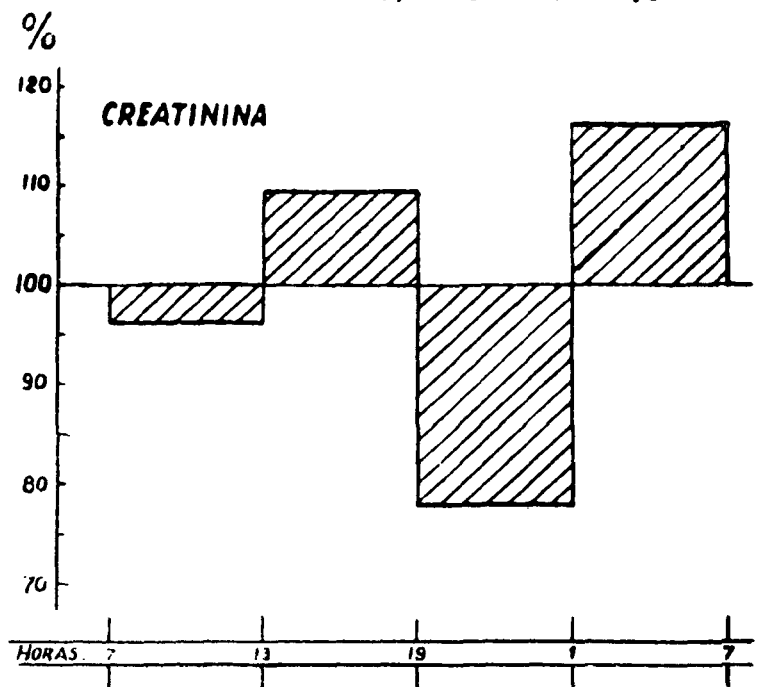
QUADRO IV

VARIAÇÕES PERIÓDICAS DA EXCREÇÃO URINÁRIA DE IÔDO E CREATININA EXPRESSAS EM VALOR ABSOLUTO E PERCENTAGENS DA QUARTA PARTE DO VALOR MÉDIO DIÁRIO, TOMADA COMO 100%, E RESPECTIVOS FATÔRES DE CORREÇÃO

Períodos (em horas)	CREATININA			IÔDO			Ø
	Média em mg no período	% da $\frac{\bar{X}}{4}$	fc	Média/ μg no período	% da $\frac{\bar{X}}{4}$	Fi	
7 — 13	148,8	96,5	1,036	29,2	90,1	1,110	5.875 $\frac{\text{ia}}{\text{ca}}$
13 — 19	169,2	109,7	0,911	36,3	112,0	0,892	5.370 $\frac{\text{ia}}{\text{ca}}$
19 — 1	119,7	77,6	1,288	40,1	123,8	0,808	3.440 $\frac{\text{ia}}{\text{ca}}$
1 — 7	179,1	116,1	0,861	24,0	74,1	1,350	8.598 $\frac{\text{ia}}{\text{ca}}$
Σ	616,8	399,9	—	129,6	400,0	—	—
\bar{X}	154,2	100,0	—	100,0	32,4	—	—

GRÁFICO I

VARIAÇÕES PERIÓDICAS DA EXCREÇÃO URINÁRIA DE IÓDO E DE CREATININA EXPRESSAS EM PERCENTAGENS DA QUARTA PARTE DO VALOR MÉDIO DIÁRIO, TOMADA COMO 100 %.



QUADRO V

EXCREÇÃO URINÁRIA DE IÓDO¹²⁷ ($\mu\text{g}/24$ horas), DISTRIBUÍDA DE ACÔRDO COM A PROCEDÊNCIA E PRESENÇA OU NÃO DE BÓCIO NOS ESCOLARES EXAMINADOS

CIDADE	COM BÓCIO		SEM BÓCIO		TOTAL	
	Nº de escolares	Média μg de 1-/24 hs.	Nº de escolares	Média μg de 1-/24 hs.	Nº de escolares	Média μg de 1-/24 hs.
Indaiatuba	40	61,2	39	51,4	79	56,3
Martinópolis	41	85,7	38	79,7	79	82,8
São Bento de Sapucaí	33	74,7	33	117,1	66	95,9
Mirassol	40	106,6	40	102,6	80	104,6
TOTAL	154	82,4	150	86,7	304	84,5

Procuramos verificar se a diferença entre as médias das eliminações urinárias de iôdo dêsses dois grupos era significativa ao nível de 5%, isto é, testamos a êste nível:

$$\begin{array}{ll} \text{Ho: } \mu_c = \mu_s & \text{contra} & \text{Hl: } \mu_c \neq \mu_s, \text{ e obtivemos:} \\ X_c = 82,4 \mu\text{g I}^-/\text{día} & & X_s = 86,7 \mu\text{g I}^-/\text{día} \\ S_c = 53,4 & & S_s = 54,5 \\ N_c = 154 & & N_s = 150 \\ Z \text{ obs} = 0,6989 & & Z \text{ crit. (5\%)} = 1,96 \end{array}$$

Nestas circunstâncias, aceita-se, a um nível de 5%, que há igualdade entre as médias de eliminação urinária de iôdo estável.

Não houve diferença entre as excreções urinárias do sexo masculino (86,8 microgramas de I⁻/día) e feminino (82,2 microgramas de I⁻/día) pois obtivemos Z observado 0,75 indicando que, a um nível de significância de 5%, houve igualdade entre essas duas médias.

DISCUSSÃO:

Dos resultados obtidos no levantamento clínico de bócio concluímos, em trabalho anterior, que efetivamente, de acôrdo com o conceito estabelecido pela Organização Mundial de Saúde e amplamente aceito em quase todo o mundo, ainda existe bócio endêmico no Estado de São Paulo pois cêrca de 20% dos seus escolares apresentam a hipertrofia tireoidiana. Esta hipertrofia tireoidiana foi geralmente do grau 1.

A maior parte dos trabalhos publicados indicam que há uma certa relação entre riqueza de iôdo nas águas de abastecimento e a ocorrência de bócio numa determinada área. Entretanto outros trabalhos existem que não demonstraram, a existência desta correlação e, a taxa de iôdo considerada de proteção pelos diferentes autores varia muito. De Smet & De Vischer ⁽¹⁹⁾, por exemplo, em zonas de alta endemicidade do Congo Belga (50-100%), encontraram valores médios de iôdo na água que variaram de 0,15 a 0,20 μg de iôdo por litro, mas em zonas de prevalência mais baixa de (5-20%) o teor de iôdo foi de 0,62 $\mu\text{g/l}$. Costa e col. ⁽²⁰⁾ verificaram em zonas endêmicas dos Alpes italianos, 13,4 e 17,8 μg de I/litro nas águas dos abastecimentos locais. Exemplos como êsses podem ser encontrados na literatura indicando que outros fatores estão constantemente agindo, na maior ou menor prevalência de bócio endêmico.

As águas do Estado de São Paulo são geralmente pobres em iôdo. 89,5% das amostras não atingiram o limite de 5 μg de I^- /litro. Com estas taxas baixas de iôdo na água, era de se esperar que o Estado de São Paulo fôsse, como realmente o foi, considerado uma das zonas de bócio endêmico do país.

No momento, entretanto, como consequência da ministração do sal iodatado às populações, o efeito da maior ou menor riqueza de iôdo nas águas de abastecimento, dentro das variações, por nós encontradas, ficaria velado por aquêle maior suprimento artificial de iôdo. Talvez por êste mesmo motivo, não encontramos a correlação entre o teor de iôdo das águas de abastecimento público das cidades estudadas e a prevalência de bócio em seus escolares: $r_s = -0,07$. Esta baixa correlação não foi significativa (t obs. = 0,83 e t crit. = 1,96).

A Lei brasileira de N^o 1944 de agosto de 1953, determinou, adição de iôdo na proporção de dez miligramas por quilograma de cloreto de sódio, quantidade essa que consideramos baixa.

Ficou claro, que além de serem modestas as doses recomendadas pela Lei vigente, a grande maioria das amostras de sais colhidas no comércio, estão muito aquem do que determina aquela mesma Lei. Tendo em vista que, os coeficientes de variação oscilaram, entre 47,8 e 99,2, somos levados ainda, a acreditar que, talvez, o sistema de mistura de iodato no sal, não conseguiu homogeneidade ou, então, que o teor de iôdo, entre as partidas, não foi uniforme.

A medida do iôdo excretado pelas vias urinárias tem sido considerado um dos melhores parâmetros para avaliar o grau de iodação do indivíduo, e os valores baixos são, via de regra, encontradas nas áreas endêmicas. Greenwald ⁽²¹⁾, cita uma série de autores que encontraram, baixa excreção urinária de iôdo em regiões de alta prevalência de bócio, ao mesmo tempo que, nomeia outros que encontraram baixa excreção de iôdo em zonas de baixa incidência de bócio, assim como outros ainda, que encontraram alta excreção média de iôdo, da ordem de 343 μg /dia, em zonas de bócio endêmico. Variações de indivíduos para indivíduos numa mesma área, também tem sido verificadas. Êstes estudos demonstram que nem sempre a taxa de iôdo na urina reflete a situação exata da endemia de bócio. Outros fatores interferentes podem estar presentes, exigindo de nossa parte uma interpretação menos restrita.

Medindo a excreção urinária de iodo encontramos, em 304 escolares de quatro cidades do Estado de São Paulo, a média geral de $84,5 \pm 54,0$ μg de iodo eliminados em 24 horas, resultados esses distribuídos em largo espectro. Cumpre lembrar, no entanto, que embora a presunção de que determinada população, vivendo no mesmo habitat receba igual dose de iodo por dia, a distribuição individual das fontes de iodo alimentar não é necessariamente igual para cada indivíduo. Vimos que a um nível de significância de 5%, houve igualdade entre as médias da excreção urinária de iodo dos escolares com e sem bócio. (Z obs. = 0,69). Presumindo-se que ambos os grupos estejam recebendo quantidades equivalentes de iodo, seja pela alimentação, seja pelo sal enriquecido, era, pois, de se esperar que, uma vez equilibrados, eliminassem também quantidades equivalentes do halogênio. Há, porém, observações ⁽²²⁾, que demonstram portadores de bócio excretando menor quantidade de iodo do que os indivíduos normais da mesma área. Ora se a glândula aumentada supre eficientemente sua função, não deveria haver, como na realidade não houve, diferenças entre a excreção de iodo nos dois grupos da mesma área ou então, se a glândula retivesse mais iodo, eliminando menor quantidade pela urina, estaria ela, efetivamente, trabalhando em condições enzimáticas deficitárias.

Poder-se-ia perguntar se estaria ocorrendo uma deficiência no fornecimento de iodo. Ora, como já foi dito, a média geral de iodo das amostras de sal colhidas nas cidades estudadas foi de 4,57 mg. por quilograma. Em inquérito paralelo que procedemos em vários grupos populacionais no Estado de São Paulo, verificamos que o consumo diário de sal por pessoa variava entre 10 a 15 gramas. Se aceitarmos consumo médio, por exemplo, de 12,5 gr. de sal/dia por escolar, teríamos, por essa via, um fornecimento médio diário da ordem de 57,6 μg de iodo. Tendo em vista os valores médios de iodo nos nossos alimentos ^(23, 24), calculamos em 41 μg o teor deste elemento em uma dieta de 2.000 calorias, composta dos alimentos mais usuais. A água da alimentação forneceria iodo na ordem de 3 μg por dia. Teríamos, assim, um total de 102 μg I⁻/dia. Esta quantidade concorda com a ordem de grandeza da média de excreção urinária de 84,5 μg ao dia por nós encontrada, desde que levemos em consideração a perda de iodo pelas fezes e pela transpiração, calculada por Lamberg e Col ⁽²⁵⁾ em cerca de 20 μg .

Ao que parece, um grupo maior ou menor de indivíduos, de acôrdo com o grau de deficiência de iôdo, não consegue manter-se eutireoidianos senão à custa de um aumento da tireóide. Verificamos que Gandra ⁽¹⁾, mesmo sob ação do programa de sal iodatado, algumas crianças tornaram-se bociosas quando observadas ao fim de um período de 2 anos; outras, entretanto, nas mesmas condições continuaram normais e, outras, ainda, que tinham tireóide aumentada, continuaram com o bócio ou tornaram-se normais.

Se nos filiar-mos ao grupo americano que recomenda 300 µg diários, estaremos frente a um indiscutível "deficit" e, portanto, a idéia de se aumentar o fornecimento de iôdo será reforçado. Se, pelo contrário, ficarmos com os autores europeus, que acham suficientes 100 µg de iôdo ao dia —taxa estimada para nossa coletividade— o bócio endêmico existente estará condicionado a outros elementos, tais como a presença de substâncias bociogênicas ou a fatores intrínsecos do próprio indivíduo, que o incapacitam à utilização satisfatória do iôdo disponível. Aceitando-se a presença do fator bociogênico, a taxa diária de iôdo deveria ultrapassar de muito a 100 µg ascendendo a 300 µg a até mesmo a 400 µg por dia ⁽²⁵⁾. Admitindo-se, por outro lado, a existência ou coexistência de fatores intrínsecos, constitucionais, também nesse caso a medida imediata aconselhada seria o aumento do fornecimento do halogênio, uma vez que êsses indivíduos, ao que parece, possuem, relativamente, menor aptidão para utilizar o iôdo fornecido. Quer na primeira hipótese aventada, quer nestas duas últimas apresentadas, a recomendação que se faz, como medida imediata, é a elevação do suprimento de iôdo. Portanto, a indicação de se aumentar a quantidade de iôdo oferecida ao indivíduo é uma constante, em qualquer das situações acima mencionadas. Esta medida de elevado alcance sanitário e social viria reduzir, ainda mais o número de casos de bócio e prevenir, não só o aparecimento de novos casos, como, também, as consequências do bócio endêmico.

CONCLUSÕES:

A média do teor de iôdo, de 228 amostras de água de abastecimento público de 151 cidades do Estado de São Paulo, foi inferior à aquela, considerada mínima para, proteger população contra a endemia bociosa, ($2,4 \pm 2,0$ µg por litro); a

grande maioria das águas analisadas (89,5%), apresentam concentrações menores que 5 μg de iodo por litro.

Análise de iodo em 869 amostras de sais de 62 diferentes marcas comerciais colhidas ao acaso em 153 cidades do Estado de São Paulo, demonstrou, uma média inferior a 50% do que determina a Lei Federal. (Média $4,6 \pm 3,6$ mg./Kg. de sal). Os coeficientes de variação das 16 marcas com mais de 15 amostras cada uma, oscilaram entre 47,87 e 99,25%, o que sugere mistura inadequada ou dosamento irregular do iodato.

A determinação da excreção urinária, do iodo de 304 escolares, foi feita relacionando essa mesma excreção com aquela de creatinina expressa por centímetro de altura do escolar após corrigir a variação que apresentou a excreção daquele metabólito, em cada período de 6 horas. Fatores de correção para cada período foram estabelecidos, tanto para a creatinina, como para o iodo. A média obtida ($84,5 \pm 54,0$ μg de iodo — 24 horas) não foi significativamente diferente entre os escolares com bócio e sem bócio.

Verificou-se que, mesmo com fornecimento de iodo calculado ao redor de 100 μg de iodo por dia, a redução do bócio endêmico no Estado de São Paulo não foi satisfatória para um grupo apreciável da população, pois a redução não alcançou os limites esperados.

SUMMARY

Endemic goiter, the supply of iodated salt and urinary iodine excretion in the state of Sao Paulo

The present paper describes work carried out in the State of São Paulo, Brazil, in an endemic goiter area which, for seven years, has been under a salt enrichment program (1 p. of iodine to 100.000 of salt).

Although the goiter endemy has been reduced by the iodine enrichment of salt, it still is considered a public health problem, since almost 20% of the schoolchildren have goiter.

To obtain more information on iodine supplementation, it was decided to measure the iodine concentration of water supplies, the iodine concentration of salt, and stable urinary iodine excretion.

The concentration of iodine in the water supplies of 151 cities of the State of São Paulo was too low ($\bar{X} = 2.4 \pm 2.0$ $\mu\text{g/liter}$) to give any protection against thyroid hypertrophy.

The analysis of 869 samples of enriched salt collected in 153 cities of the State presented an average ($\bar{X} = 4.6 \pm 3.6$ mg/kg of salt) under 50% of what is prescribed by federal law.

The large Coefficients of Variation obtained suggested that a better

control system must be used in order to minimize inadequate processing and underdosage of iodine in the salt.

The urinary excretion of iodine was related to that of creatinine per centimeter of height, after the periodic variation of both have been corrected.

Correction factors were established for iodine and creatinine excretion for each 6-hour period of the day.

An average of 84.5 ± 50.0 μg of iodine per 24 hours was obtained. There was no difference between the two mentioned groups, with and without goiter, as far as the urinary excretion of iodine was concerned.

The reduction of the prevalence of goiter in the State of São Paulo did not reach the expected levels, as the schoolchildren still develop goiter. A higher level of iodine in the salt must be provided, as well as a more effective program of control in order to reduce goiter more efficiently.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Gandra, Y. R.—O bócio endêmico no Estado de São Paulo. *Arq. Fac. Hig. S. Paulo*, 20, 1966 (em vias de publicação).
- (2) Lein, A & N. Schwartz.—Ceric sulfate-arsenious acid reaction in microdetermination of iodine *Anal. Chem.*, 23: 1507-1510, 1951.
- (3) Cardoso, F. A., Y. R. Gandra & G. Nazário.—Determinação do teor de iôdo em águas de abastecimento público de todos os municípios do Estado de São Paulo. *Arq. Fac. Hig., São Paulo*, 9: 13-28, 1955.
- (4) Association of Official Agricultural Chemists.—Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th ed., Washington, D. C., 1960, p. 461.
- (5) Loiseleur, J.—Techniques de laboratoires. v. II. Chimie clinique. 2e ed. Paris, Masson et Cie. Ed., 1954, p. 119.
- (6) Zak, B., H. H. Willard, G. B. Myers & A. J. Boyle.—Chloric acid methods for determination of protein-bound iodine *Anal. Chem.* 24: 1345-1348, 1952.
- (7) Roche, M., F. de Venanzi, J. Vera, E. Coll, M. Spinetti-Berti, J. Méndez-Martínez, A. Gerardi & J. Forero.—Endemic goiter in Venezuela studied with I^{131} . *J. Clin. Endoc. Metab.* 17: 99-110, 1957.
- (8) Stanbury, J. B., G. L. Brownell, D. S. Riggs, H. Perinetti, J. Itoiz & E. B. Castillo.—Endemic goiter, adaptation of man to iodine deficiency. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1954. Harvard University Monographs in Medicine and Public Health, No. 12.
- (9) Greenwald, I.—Clinical endocrinology. W. B. Astwood (ed.). London, 1: 123, 1960. (Citado por Koutras, D. A. et al. Stable iodine metabolism in non-toxic goiter. *Lancet*, 2: 784-786, 1960.)
- (10) Wilson, Christine S., A. E. Schaefer, W. J. Darby, E. B. Bridgforth, W. N. Pearson, G. F. Combs, E. C. Leatherwood, Jr., J. C. Greene, L. J. Teply, I. C. Plough, W. J. McGanity, D. B. Hand, Z. I. Kertesz & C. W. Woodruff.—A review of methods used in nutrition surveys conducted by the Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense (ICNND). *Amer. J. Clin. Nutr.* 15: 29-44, 1964.

- (11) Follis, R. H., Jr.—Patterns of urinary iodine excretion in goitrous and nongoitrous areas. *Amer. J. Clin. Nutr.* 14: 253-268, 1964.
- (12) Jolliffe, N.—V. Evaluation of nutritional status of populations. Clinical examination. In: *Methods for evaluation of nutritional adequacy and status; a symposium.* Chicago, 1954. Washington. Advisory Board on Quatermaster Research and Development, Committee on food, National Academy of Sciences. National Research Council, 1954, p. 192-202.
- (13) Jolliffe, N. & P. Cannon.—Clinical Nutrition for the Food and Nutrition Board of the National Research Council. New York, Hoeber, 1950.
- (14) Gandra, Y. R.—Inquérito sobre o estado de nutrição de um grupo de população da cidade de São Paulo. III. Investigação sobre a ocorrência de hipovitaminoses do complexo B (tiamina, riboflavina e niacina). *Arq. Fac. Hig., São Paulo*, 9: 29-112, 1955.
- (15) Vestergaard, P. & R. Leverett.—Constancy of creatinine excretion. *J. Lab. Clin. Med.*, 51: 211-218, 1958.
- (16) Clark, L. C. Jr. & H. L. Thompson.—Determination of creatinine in urine. *Anal. Chemis.*, 21: 1218-1221, 1949.
- (17) Clark, L. C., Jr., H. L. Thompson, E. I. Beck & W. Jacobson.—Excretion of creatin and creatinine by children. *Amer. J. Dis. Child.*, 81: 774-783, 1951.
- (18) Fisher, R. A.—Statistical methods for research workers. 9th ed. New York, G. E. Stechert & Co., 1944.
- (19) De Smet, M. & M. de Visscher.—Contribution à l'étude de l'endémie goitreuse des Uéles (Republique du Congo). *Ann. Soc. Belge Med. Trop.*, 40: 601-622, 1960.
- (20) Costa, A., F. Cottino, G. C. Ferrara, G. M. Ferraris, G. Fregola & F. Marocco. Il ricambio iodico in un grupo di paziente sofferenti di endemia gozzigena in località maritima. *Minerva Nucleare*, 2: 95-112, 1957.
- (21) Greenwald, I.—The human requirement for iodine. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 3: 215-224, 1955.
- (22) Najjar, S. S. & C. W. Woodruff.—Some observation on goiter in Lebanon. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 13: 46-54, 1963.
- (23) Pechnik, E., L. R. Guimaraes & P. Borges.—Iôdo em alimentos consumidos no Distrito Federal. *Arquiv. Bras. Nutrição*, 14: 9-13, 1958.
- (24) Pechnik, E. & L. R. Guimarães.—Teor de iôdo em alimentos habitualmente consumidos no Brasil. III. Vegetais folhosos. *Arq. Bras. Nutrição*, 17: 11-15, 1961.
- (25) Lamberg, B. A., H. Honkapohja, M. Haikonen, R. Jussila, G. Hintze, E. Axelson & J. C. Choufoer.—Iodine metabolism in endemic goitre in the East of Finland with a survey of recent data on iodine metabolism in Finland. *Acta Med. Scand.*, 172: 237-248, 1962.

Suplementación de la avena con aminoácidos ¹

RICARDO BRESSANI² Y LUIZ G. ELÍAS³
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se describe una serie de pruebas biológicas llevadas a cabo en ratas para determinar el orden de eficiencia de los aminoácidos en la proteína de la avena, así como el efecto de la concentración proteica sobre el nivel de suplementación de los aminoácidos en los cuales es deficiente. La comparación del contenido de aminoácidos de dicho cereal con el patrón establecido para la proteína de referencia de la FAO señaló que los aminoácidos deficientes en la avena eran lisina, metionina y triptofano.

Sin embargo, el estudio aquí descrito, en el que se utilizaron dietas que contenían niveles diferentes de proteína y calorías, se encontró que los aminoácidos limitantes en la avena eran la lisina y la treonina. Se constató, asimismo, que la metionina y el triptofano son probablemente los aminoácidos limitantes que les siguen en orden de importancia, aunque en pequeño grado. La administración de dietas a base de avena, que contenían niveles diferentes de proteína proveniente de este cereal, afectó la cantidad de lisina o treonina suplementarias requeridas para obtener el valor nutritivo máximo. A la concentración de 14.6% de proteína se necesitó 0.08% de L-lisina HCl y 0.08% de DL-treonina; a un nivel proteico de 10.5% en la dieta se requirió 0.13% de L-lisina HCl y 0.08% de DL-treonina, mientras que al nivel de 8% de proteína en la dieta el agregado de 0.085%

1. El trabajo descrito se realizó con fondos provenientes de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de América (Subvención N° AM-03811) y de la Compañía Quaker Oats, con sede en Chicago, Ill., EE.UU.
2. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
3. Científico de la misma División.
Publicación INCAP E-376.
Recibido: 28-12-1966.

de L-lisina y 0.04% de DL-treonina rindió un índice de eficiencia proteica máximo. Con las dietas libres de suplementos de aminoácidos, el mayor PER se obtuvo al usar niveles proteicos de 8 a 11% en la dieta. En el caso de las dietas adicionadas de lisina, ya fuese con o sin otros aminoácidos, el índice de eficiencia proteica más alto y la mayor ganancia de peso se obtuvieron utilizando niveles de 11 y 13% de proteína, respectivamente.

INTRODUCCION

Ya en 1920, Osborne y Mendel (1) manifestaron que la lisina era el primer aminoácido limitante en la proteína de la avena. Los estudios biológicos realizados por otros investigadores (2, 3) y el análisis de la composición de aminoácidos de diversas variedades de avena (4) confirmaron esta aseveración. Los experimentos de suplementación con aminoácidos informados por Tang (5) hicieron manifiesto que los aminoácidos limitantes en ese cereal eran la lisina, siguiéndole en orden descendente la metionina y la treonina, siendo probable que la deficiencia de este último se debe a que no se encuentra del todo disponible al organismo.

El estudio, en términos comparativos; de la composición de aminoácidos esenciales de la avena, con la del patrón de la proteína de referencia de la FAO (6), reveló que los aminoácidos limitantes eran la lisina y la metionina, aproximadamente en el mismo grado, seguidos por el triptofano. A partir de estos hallazgos se juzgó de interés comparar la exactitud entre las predicciones establecidas de acuerdo con la pauta de aminoácidos de la proteína de referencia de la FAO, y los resultados de ensayos de alimentación utilizando ratas jóvenes en proceso de crecimiento. Las conclusiones de esta investigación fueron, en términos generales, similares a las obtenidas en pruebas de esta naturaleza efectuadas previamente en niños, en cuyo caso se aplicó el método de balance de nitrógeno (7).

MATERIALES Y METODOS

La avena que se empleó en el desarrollo de este estudio procedía de Cedar Rapids, Iowa, Estados Unidos de América. El material fue analizado para establecer su composición química según los métodos de la AOAC (8), y el contenido de

aminoácidos se determinó usando técnicas microbiológicas descritas en un trabajo previo (9).

Para las pruebas biológicas en ratas, la avena se suplementó con una mezcla que contenía: 1% de aceite de hígado de bacalao; 5% de aceite de semilla de algodón; 4% de una mezcla de minerales (10); 5% de almidón y 2% de glicina. Además, a cada 100 g de dieta se agregó 5 ml de una solución completa de vitaminas (11). Con el fin de obtener mayor información sobre las deficiencias de aminoácidos en la proteína de la avena, se realizaron varios experimentos a diversos niveles de proteína en la dieta. Para reducir la proteína, la cantidad de avena en la dieta basal (de 88.2%) se disminuyó en tres cuartas partes, la mitad y una cuarta parte, respectivamente, en ensayos sucesivos, sustituyendo ese ingrediente por glucosa, en las mismas proporciones, para reponer el peso. Asimismo, los aminoácidos reemplazaron a la glucosa en igual peso, y el contenido de nitrógeno de los mismos fue reemplazado por el nitrógeno de la glicina con el objeto de que las dietas fueran isonitrogenadas.

Se utilizaron ratas de la raza Wistar de la colonia animal del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), las que fueron distribuidas según su peso y sexo de manera que el peso inicial promedio de todos los grupos, por experimento, fuese el mismo. Los animales se alojaron en jaulas individuales con fondos levantados de tela metálica; cada dieta fue administrada *ad libitum* a los diversos grupos de 6 ratas cada uno, por un período de 28 días, permitiéndoseles libre acceso al agua en todo momento. Los animales se pesaron semanalmente, manteniéndose un registro cuidadoso del consumo de alimento, cada 7 días, por el mismo período de 28 días.

RESULTADOS

Los resultados de varios experimentos diseñados para determinar los aminoácidos limitantes en la avena, a diferentes niveles de proteína en la dieta, se presentan en el Cuadro N^o 1. Según se pudo comprobar, la adición de lisina por sí sola, en todos los niveles usados, mejoró el índice de eficiencia proteica (Protein Efficiency Ratio = PER), aunque en algunos casos, particularmente a la concentración más baja de pro-

teína, esa mejora no alcanzó significancia estadística al nivel del 5%. La adición individual de metionina y de treonina no produjo mejoras en los incrementos ponderales ni en el PER. En la mayoría de los ensayos, el agregado de sólo metionina resultó en una ganancia de peso menor que la obtenida al usar la dieta basal por sí sola. El efecto de la lisina también se hizo evidente al suplementar las dietas a base de avena con lisina y metionina, lisina y treonina, o lisina y triptofano. Sin embargo, en todos los niveles de proteína en la dieta, principalmente cuando las concentraciones proteicas eran más bajas, las combinaciones de lisina y treonina dieron siempre un PER mayor que los resultantes del agregado de lisina más metionina.

La adición simultánea de lisina, metionina y treonina, de lisina, metionina, treonina y triptofano, o de cualquier otra combinación de aminoácidos, no mejoró el PER más allá del valor obtenido con la suplementación de lisina más treonina. De nuevo, es de interés hacer notar que el efecto complementario de la lisina más treonina, y de estos dos aminoácidos con metionina, fue acentuándose progresivamente conforme el nivel de proteína en la dieta disminuía, lo que no sucedió al usar la lisina como el único suplemento.

El Cuadro Nº 2 muestra los resultados de otros ensayos llevados a cabo con el propósito de determinar la cantidad de lisina necesaria para mejorar el valor nutritivo de la proteína de la avena cuando ésta aporta diferentes niveles de proteína a la dieta. Los hallazgos revelaron que a un nivel proteico de 14.6% el agregado de 0.08% a 0.17% de L-lisina HCl producía un PER tan alto como el resultante de la adición de las mayores concentraciones de lisina, mientras que a un nivel de 13.4% de proteína en la dieta, la cantidad de 0.08% de lisina dio un PER similar al obtenido con el uso de los niveles más altos de lisina. A una concentración proteica en la dieta de 10.9%, el agregado de 0.13% de lisina produjo los mejores resultados, y al nivel de 7.8% de proteína en la dieta se requirió 0.08% de lisina para obtener un PER mayor. Cabe subrayar que a un nivel proteico de 10.9%, los valores resultantes del PER sobrepasaron los observados al utilizar los otros niveles de proteína en la dieta.

Los resultados de tres experimentos diseñados para determinar la posibilidad de lograr una mejora en el PER, agre-

CUADRO N° 1

EFFECTO DE LA ADICION DE AMINOACIDOS A DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA DE AVENA

Aminoácidos agregados a la dieta basal ^a %	PORCENTAJE DE PROTEINA EN LA DIETA								
	14.2 ^b			11.7 ^c			8.6 ^d		
	Ratas N°	Aumento de peso ^e g	PER	Ratas N°	Aumento de peso ^f g	PER	Ratas N°	Aumento de peso ^g g	PER
Ninguno	18	133	2.29	6	87	2.04	6	58	2.15
Lisina	18	155	2.60	6	121	2.68	6	50	2.30
Metionina	12	123	2.14	6	89	2.15	6	52	2.07
Treonina	6	140	2.18	6	93	2.28	6	57	2.03
Lisina + metionina	12	147	2.52	6	128	2.70	6	67	2.46
Lisina + treonina	12	167	2.82	6	144	3.01	6	112	3.12
Lisina + triptofano	6	164	2.84	—	—	—	—	—	—
Metionina + triptofano	6	144	2.32	6	102	2.28	6	63	2.14
Lisina + metionina + treonina	18	153	2.70	6	126	2.86	6	112	3.26
Lisina + triptofano + treonina	6	175	2.89	—	—	—	—	—	—
Lisina + triptofano + metionina	12	149	2.59	—	—	—	—	—	—
Lisina + triptofano + metionina + treonina	12	145	2.73	—	—	—	—	—	—
DMS* 0.05	—	36.2	0.37	—	24.1	0.30	—	17.0	0.22
DMS* 0.01	—	48.5	0.50	—	32.3	0.41	—	22.7	0.29

a, b Porcentaje de avena en la dieta, 88.2; porcentaje de aminoácidos agregado: L-lisina HCl, 0.34; DL-metionina, 0.27; DL-treonina, 0.20, y DL-triptofano, 0.10.

a, c Porcentaje de avena en la dieta, 66.3; porcentaje de aminoácidos agregado: L-lisina HCl, 0.25; DL-metionina, 0.20; DL-treonina, 0.15.

a, d Porcentaje de avena en la dieta, 44.2; porcentaje de aminoácidos agregado: L-lisina HCl, 0.17; DL-metionina, 0.13, y DL-treonina, 0.10.

e Peso promedio inicial, 47 g.

f Peso promedio inicial, 49 g.

g Peso promedio inicial, 49 g.

* DMS = diferencia mínima significativa.

CUADRO N° 2

EFFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO PONDERAL E INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA, DE LA SUPLEMENTACION CON VARIAS CONCENTRACIONES DE LISINA, A DIETAS CON NIVELES DIFERENTES DE PROTEINA EN LA DIETA

Nivel de L-lisina HCl % de la dieta	PORCENTAJE DE PROTEINA EN LA DIETA											
	14.6			13.4			10.9			7.8		
	Ratas N°	Aumento de peso ^a g	PER	Ratas N°	Aumento de peso ^c g	PER	Ratas N°	Aumento de peso ^d g	PER	Ratas N°	Aumento de peso ^e g	PER
0	12	121 ± 18.1 ^b	2.07 ± 0.12	8	140 ± 12.3	2.42 ± 0.24	14	104 ± 11.1	2.57 ± 0.19	6	57 ± 19.6	2.12 ± 0.40
0.04	—	—	—	—	154 ± 25.3	2.66 ± 0.15	8	110 ± 15.3	2.75 ± 0.20	6	59 ± 10.9	2.25 ± 0.40
0.08	12	141 ± 18.8	2.32 ± 0.15	8	156 ± 28.3	2.77 ± 0.18	14	122 ± 19.7	2.81 ± 0.23	6	66 ± 21.6	2.52 ± 0.60
0.13	—	—	—	8	160 ± 33.3	2.61 ± 0.21	14	142 ± 24.3	3.06 ± 0.29	—	—	—
0.17	12	147 ± 31.3	2.41 ± 0.31	8	168 ± 25.3	2.72 ± 0.26	14	137 ± 22.3	3.04 ± 0.19	6	54 ± 12.0	2.26 ± 0.34
0.21	—	—	—	8	174 ± 32.7	2.81 ± 0.19	8	148 ± 19.6	3.25 ± 0.20	—	—	—
0.26	6	159 ± 33.6	2.40 ± 0.28	—	—	—	6	131 ± 19.6	2.86 ± 0.16	6	51 ± 31.2	2.24 ± 0.66
0.34	12	138 ± 28.6	2.38 ± 0.26	—	—	—	—	—	—	6	51 ± 16.4	2.09 ± 0.54
0.51	6	123 ± 30.0	2.31 ± 0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- ^a Peso promedio inicial, 47 g.
- ^b Desviación estándar.
- ^c Peso promedio inicial, 48 g.
- ^d Peso promedio inicial, 47 g.
- ^e Peso promedio inicial, 50 g.

CUADRO N° 3

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON DIFERENTES NIVELES DE METIONINA O DE TREONINA, A DIETAS A BASE DE AVENA ENRIQUECIDA CON LISINA

Suplemento	PORCENTAJE DE PROTEINA EN LA DIETA								
	14.7 0.17% de lisino			10.4 0.13% de lisino			8.5 0.08% de lisino		
	Amino-ácido agregado %	Aumento de peso ^a g	PER	Amino-ácido agregado %	Aumento de peso ^c g	PER	Amino-ácido agregado %	Aumento de peso ^d g	PER
Testigo	0	143 ± 40.0 ^b	2.34 ± 0.28	0	125 ± 20.8	2.93 ± 0.16	0	38 ± 9.2	2.12 ± 0.28
Metionina	0.09	141 ± 22.8	2.34 ± 0.20	0.07	119 ± 21.6	2.82 ± 0.31	0.04	52 ± 12.0	2.13 ± 0.36
	0.18	141 ± 33.6	2.35 ± 0.23	0.13	109 ± 25.8	2.77 ± 0.48	0.09	42 ± 16.8	1.83 ± 0.40
	0.27	154 ± 29.2	2.51 ± 0.18	0.20	131 ± 39.2	2.87 ± 0.36	0.14	51 ± 15.2	2.00 ± 0.50
Treonina	0.08	161 ± 22.4	2.55 ± 0.28	0.06	123 ± 19.4	2.80 ± 0.30	0.04	74 ± 17.8	2.50 ± 0.50
	0.16	156 ± 24.8	2.46 ± 0.20	0.12	117 ± 20.0	2.85 ± 0.22	0.08	64 ± 19.6	2.32 ± 0.53
	0.24	158 ± 30.0	2.48 ± 0.26	0.18	129 ± 38.8	2.83 ± 0.45	0.12	58 ± 16.0	2.18 ± 0.51

^a Peso promedio inicial, 46 g.

^b Desviación estándar.

^c Peso promedio inicial, 58 g.

^d Peso promedio inicial, 47 g.

CUADRO Nº 4

EFFECTO DE LAS DIFERENTES DENSIDADES CALORICAS, EN DIETAS A BASE DE AVENA, SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION CON LISINA, METIONINA Y TREONINA

Grupo	Suplemento de aminoácido	Ingrediente agregado para cambiar las calorías de la dieta	EXPERIMENTO 1 ^a		EXPERIMENTO 2 ^b	
			Aumento de peso g	PER	Aumento de peso g	PER
1	—	Celulosa ^c	132	1.94	57	1.99
2	Lisina ^d	"	154	2.24	47	2.06
3	Metionina ^e	"	131	1.92	54	1.96
4	Treonina ^f	"	—	—	58	2.12
5	—	Glucosa	123	1.98	55	2.10
6	Lisina ^d	"	149	2.28	47	2.02
7	Metionina ^e	"	130	2.15	50	1.87
8	Treonina ^f	"	—	—	49	1.99
9	—	Grasa ^h	111	2.06	38	2.01
10	Lisina ^d	"	142	2.62	36	2.09
11	Metionina ^e	"	115	2.23	35	1.77
12	Treonina ^f	"	—	—	34	1.99

^a Proteína en la dieta, 13.72%.

^b Proteína en la dieta, 8.29%.

^c 408 calorías/100 g.

^d 0.17% de L-lisina HCl.

^e 0.14% de DL-metionina.

^f 0.10% de DL-treonina.

^g 433 calorías/100 g.

^h 483 calorías /100 g.

gando a la dieta a base de avena suplementada con lisina, varios niveles de metionina o treonina a diferentes concentraciones proteicas figuran en el Cuadro N^o 3. El examen de estos datos revela que la metionina no incrementó el PER en ningún caso, es decir, cualesquiera que fuesen los niveles de suplementación y de proteína usados en la dieta. A una alta concentración proteica, la adición de 0.08% de DL-treonina a la ración suplementada con lisina se tradujo en ciertas mejoras en el PER, si bien a un nivel proteico intermedio el agregado de treonina no mejoró la ganancia de peso ni el PER.

A un bajo nivel proteico, la adición de treonina a la dieta suplementada con lisina tuvo como resultado una mayor ganancia de peso y un mejor índice de eficiencia proteica.

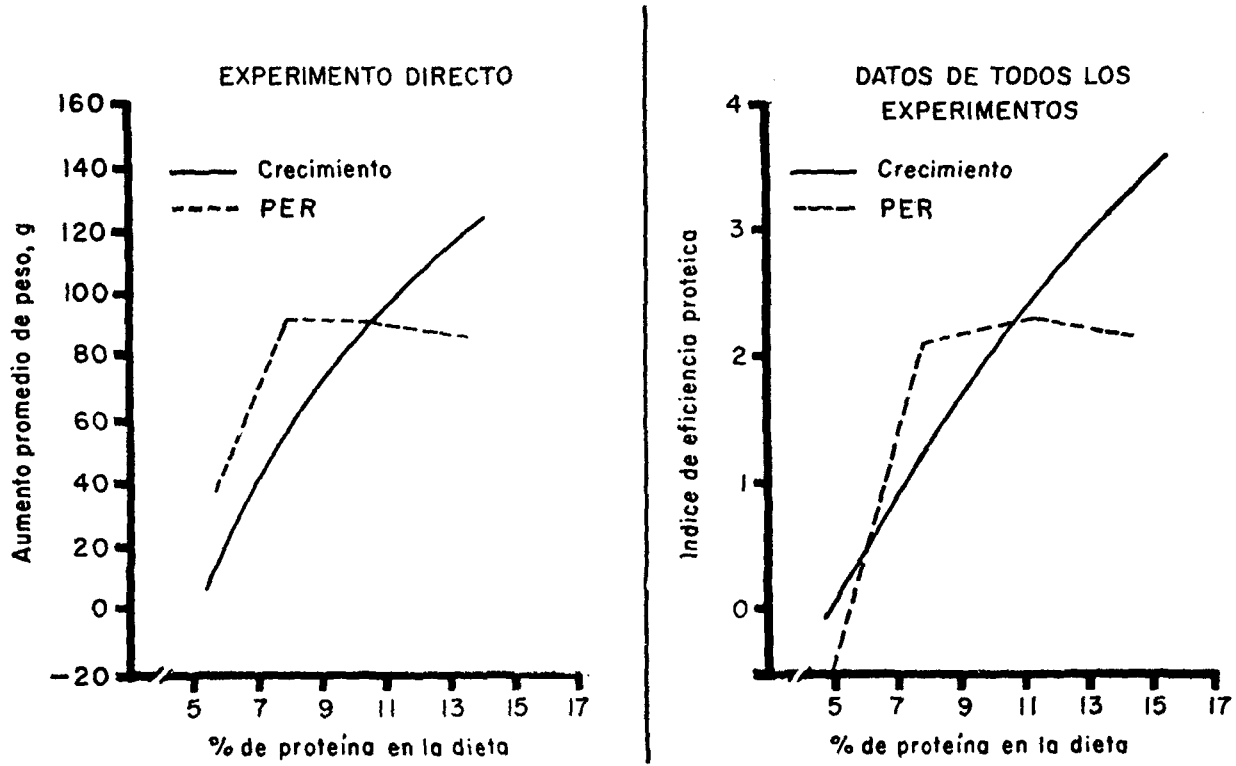
En el Cuadro N^o 4 se dan a conocer los resultados de dos experimentos adicionales, los cuales se realizaron para determinar si la densidad calórica de la dieta —que se varió usando celulosa, glucosa o grasa— alteraba o no el orden de aminoácidos limitantes en la proteína de la avena. Pudo así establecerse que al incrementar el contenido total de calorías de las dietas, de 408 a 483 por 100 g, el PER de las ratas alimentadas con avena suplementada con lisina o treonina era superior al obtenido con la avena sola, pero que el agregado de sólo metionina a esa dieta inducía un descenso del PER cuando aumentaba la densidad calórica. De nuevo, en estos experimentos se comprobó que el efecto de lisina y de treonina ocurría únicamente cuando el contenido proteico de la dieta era de 13.7%.

La relación entre el incremento ponderal y el índice de eficiencia proteica obtenidos con la dieta basal en todos los experimentos que incluyó el presente estudio, comparados con el porcentaje de proteína en la dieta, se ilustra en la Figura 1. Esta también da a conocer los resultados de un experimento en el que se administró a ratas varios niveles de proteína de avena. Según se observa, el mayor PER se obtuvo cuando la dieta contenía de 8 a 10% de proteína proveniente de dicho cereal. Es pertinente señalar aquí que en todos los estudios de suplementación que abarcó la presente investigación se obtuvieron los valores más altos del índice de eficiencia proteica al usar el nivel de 11% de proteína en la dieta.

En la Figura 2 se aprecia la relación establecida entre la concentración proteica de la dieta y el PER, y las ganancias

FIGURA 1

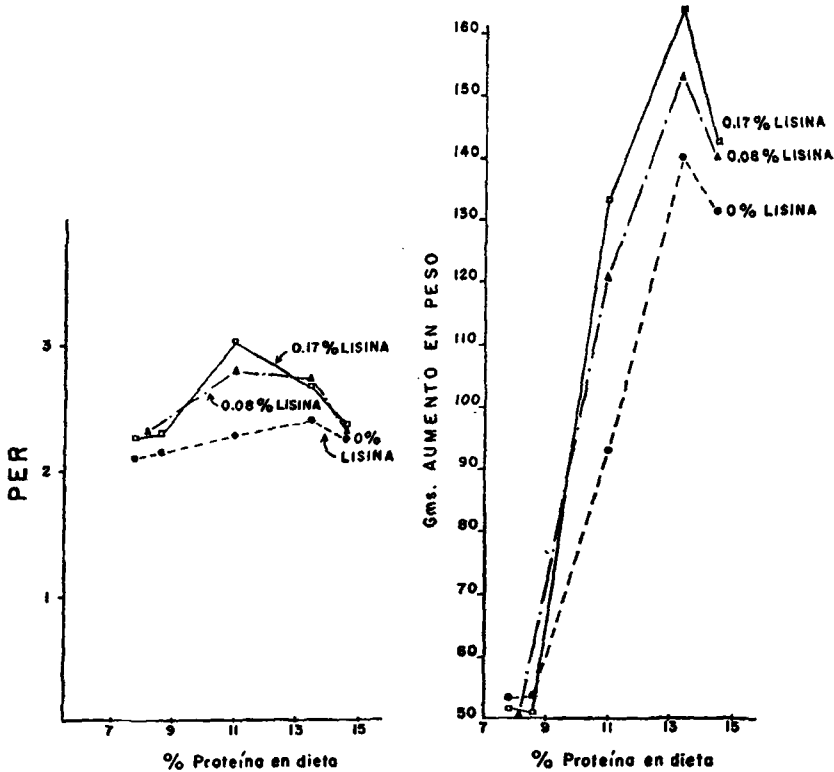
Relación entre el nivel de proteína de avena, el aumento en peso y el PER



INCAP 66-366

FIGURA 2

Relación entre el nivel proteico de la dieta, con diferentes niveles de lisina, el PER y el aumento de peso.



INCAP 66-367

de peso, a los diferentes niveles de suplementación con lisina utilizados. La Figura revela que en los casos en que la dieta contenía un nivel proteico de 11%, el agregado de lisina indujo el mejor índice de eficiencia proteica y el mayor aumento de peso que cuando no hubo suplementación. El nivel óptimo de proteína con respecto a los aumentos de peso fue de 13%, con y sin suplemento de lisina.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que en la proteína de la avena la lisina ocupa el primer lugar como amino-

ácido limitante, seguido de la treonina. Estos hallazgos no concuerdan con los de Tang *et al.* (5), quienes encontraron en sus estudios que los aminoácidos limitantes en este cereal, en orden descendente, eran la lisina, la metionina y la treonina. En el presente caso, la importancia de la lisina fue evidente en todos los niveles proteicos usados en las dietas, pero la adición de treonina cuando la dieta contenía lisina, sólo produjo alzas en el índice de eficiencia proteica del alimento y en el crecimiento de las ratas al usar los niveles máximos o mínimos de proteína en la dieta. Los hallazgos también sugieren que después de la lisina y la treonina, la metionina y el triptofano son los aminoácidos limitantes que les siguen en orden de importancia.

La adición de lisina fue más efectiva cuando las dietas contenían cantidades intermedias de proteína procedente de la avena que en los casos extremos (concentraciones máximas y mínimas), posiblemente porque cuando la ingesta proteica es baja, la proteína por sí misma es más limitante para la nutrición de la rata que el propio aminoácido. Además, hay que tener en cuenta que otros aminoácidos también pueden ser tan limitantes en la proteína como la lisina, hecho que lo confirman los resultados obtenidos en el presente estudio al agregar treonina junto con lisina. Por el contrario, cuando la ingesta es alta, la deficiencia de lisina deja de existir, a pesar de que la proteína todavía no está del todo equilibrada. Los efectos más ostensibles de la lisina fueron observados a niveles proteicos intermedios, con los que también se obtuvieron las mejores tasas de crecimiento y en cuyo caso la proteína de la avena fue utilizada más eficientemente. Es un hecho reconocido que la mayor parte de las proteínas producen los índices de eficiencia proteica más altos cuando aportan del 10 al 12% de la proteína en la dieta que en los casos extremos (12).

Los resultados de esta investigación en ratas difieren de los obtenidos recientemente por este mismo laboratorio en otro estudio en el que se utilizaron niños (7), ya que en estos últimos el balance de nitrógeno obtenido con la adición de lisina a la dieta no sobrepasó el que produjo sólo la dieta basal. Este hecho contrasta con los hallazgos de otras pruebas realizadas también en niños alimentados con dietas a base de proteínas de maíz (13) o de harina de trigo (14), en las cuales

se encontró que los aminoácidos que mejoraban su balance de nitrógeno aumentaban también el PER en ratas.

Los niveles de lisina y metionina usados para complementar la proteína de la avena se obtuvieron a partir de la comparación entre la pauta de aminoácidos de la avena (7) y el patrón establecido para la proteína de referencia de la FAO (6). Dos son las conclusiones de importancia derivadas del estudio. En primer lugar, los resultados que eran de esperar según la norma de la FAO, ya citada, no se confirmaron en las pruebas biológicas a que se sometieron las ratas, ni en lo referente a metionina ni a treonina. Este hallazgo sugiere, así, que el nivel de metionina que estipula la pauta de aminoácidos de la FAO es más alto que el requerido, afirmación que concuerda con resultados obtenidos previamente en otros experimentos (13, 14). Por otra parte, parece ser que el nivel de treonina de la proteína de referencia es más bajo del que realmente se requiere. Sin embargo, este nivel no toma en cuenta la disponibilidad del aminoácido, por lo que, sobre dichas bases, éste debería aumentarse. Esta aseveración también concuerda con los resultados anteriormente obtenidos en niños (7).

La segunda consideración atañe a la cantidad del aminoácido deficiente que es necesario agregar, la cual fue calculada basándose en el contenido de nitrógeno total de la dieta. Los resultados revelaron que cuando se usaba el nivel proteico más alto, solamente se requería agregar de 0.08% a 0.17% de lisina para obtener el índice de eficiencia proteica máximo, si bien el patrón de aminoácidos establecido por la FAO sugería una adición de 0.34%.

Esto implica, pues, que cuando esa pauta de aminoácidos se utiliza como punto de partida para determinar las cantidades con las que debe suplementarse la proteína de la avena, todos los aminoácidos limitantes deben agregarse simultáneamente con el objeto de mantener un balance apropiado entre ellos. Además, si la suplementación ha de ser adecuada, también debe tenerse en cuenta el nivel proteico de ingesta y la cantidad de nitrógeno proveniente de los aminoácidos no esenciales.

ABSTRACT

Oat supplementation with amino acids

Biological trials with rats were carried out to determine the order of deficient amino acids in rolled oats, as well as the effect of level of protein

on the supplement level of the deficient amino acids. Comparison of the amino acid content of rolled oats with the pattern of the FAO reference protein indicated that the deficient amino acids were lysine, methionine and tryptophan. With diets containing different levels of rolled oats and of protein and calories, it was found that the limiting amino acids were lysine and threonine. Methionine and tryptophan may be next limiting as a group to a very small degree. The feeding of different protein levels affected the amount of supplemental lysine and threonine to give maximum nutritive value. At a level of 14.6% protein, 0.08% L-lysine HCl and 0.08% DL-threonine were required; at a level of 10.5% protein in the diet, 0.13% L-lysine HCl and 0.08% DL-threonine were required, while at a protein level of 8%, 0.085% L-lysine and 0.04% DL-threonine gave maximum PER. With unsupplemented diets, maximum PER was obtained at 8-11% protein in the diet. With the lysine supplemented diets, with or without other amino acids, maximum PER and maximum weight gain occurred at the 11 and 13% protein levels, respectively.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Osborne, J. B. & Mendel, L. B.—Nutritive value of the proteins of the barley, oats, rye and wheat kernels. *J. Biol. Chem.*, 41: 275-306, 1920.
- (2) Jones, D. B., Caldwell, A. & Widness, K. D.—Comparative growth-promoting values of the proteins of cereal grains. *J. Nutrition*, 35: 639-649, 1948.
- (3) Mitchell, H. H. & Smuts, D. B.—The amino acid deficiencies of beef, wheat, corn, oats, and soy beans for growth in the white rat. *J. Biol. Chem.*, 95: 263-281, 1932.
- (4) Weber, E. B., Thomas, J. P., Reder, R., Schlehner, A. M. & Benton, D. A.—Protein quality of oat varieties. *J. Agr. Food Chem.*, 5: 926-928, 1957.
- (5) Tang, J. J. N., Laudick, L. L. & Benton, D. A.—Studies of amino acid supplementation and amino acid availability with oats. *J. Nutrition*, 66: 533-543, 1958.
- (6) Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Protein Requirements**. Report of the FAO Committee. Rome, Italy, 24-31 October, 1955. FAO Nutritional Studies No. 16, 1957.
- (7) Bressani, R., Wilson, D. L., Chung, M., Béhar, M. & Scrimshaw, N. S. Supplementation of cereal proteins with amino acids. VI. Effect of amino acid supplementation of rolled oats as measured by nitrogen retention of young children. *J. Nutrition*, 81: 399-404, 1963.
- (8) Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**, 7th ed., Washington, D. C., 1950.
- (9) Bressani, R. & Scrimshaw, N. S.—Lime-heat effects on corn nutrients. Effect of lime treatment on *in vitro* availability of essential amino acids and solubility of protein fraction in corn. *J. Agr. Food Chem.*, 6: 774-778, 1958.

- (10) Hegsted, D. M., Mills, R. C., Elvehjem, C. A. & Hart, E. B.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
- (11) Manna, L. & Hauge, S. M.—A possible relationship of vitamin B₁₂ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
- (12) Forbes, R. M., Vaughan, L. & Yohe, M.—Dependence of biological value on protein concentration in the diet of the growing rat. *J. Nutrition*, 64: 291-302, 1958.
- (13) Scrimshaw, N. S., Bressani, R., Béhar, M. & Viteri, F.—Supplementation of cereal proteins with amino acids. I. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at high levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *J. Nutrition*, 66: 485-499, 1958.
- (14) Bressani, R., Wilson, D. L., Béhar, M. & Scrimshaw, N. S.—Supplementation of cereal proteins with amino acids. III. Effect of amino acid supplementation of wheat flour as measured by nitrogen retention of young children. *J. Nutrition*, 70: 176-186, 1960.

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

ARGENTINA

La hemoglobina de la madre y del recién nacido. — Giraud, R.V.H. de; Paz, A. E.; Vázquez, F. Arch. Bioquim. Quim. Farm. Tucumán 12: 29, 1965.

Se estudia la hemoglobina alcali-resistente en la sangre de mujeres recién paridas y en los recién nacidos, encontrando en las primeras un 12-15% de HbF y en un 40 a 50% de HbF en los últimos. En mujeres jóvenes, entre el 4º y 7º mes de la gestación, se encontró un 35-40% de HbF. Se trata de explicar estos resultados. 15 referencias.

Estudio de la acción in vitro de la eritropoyetina sobre la síntesis de hemoglobina por los eritroblastos y reticulocitos de la rata. Scarc, J. L.; Rathe, G. B.; Cote, L. E. Arch. Bioquim. Quim. Farm. Tucumán 12: 55, 1965.

El plasma de ratas hipóxicas en células de la médula ósea in vitro es capaz de aumentar la actividad sintética de hemoglobina (Hb). No sucede lo mismo con los reticulocitos. Cuando se inactiva el plasma por calor a 56°C dicha actividad se reduce al 50%, no obstante que la actividad in vivo no se modifica. Al agregar suero inactivo en sistemas con reticulocitos se encuentra que la incorporación de Fe⁵⁹ a la Hb en estas células es menor que en los controles con suero normal. Se discute la causa de la diferencia de acción de esta fracción plasmática con actividad eritropoyética. 18 referencias.

Decrease in appetite and biochemical changes in amino acid imbalance in the rat. — J. C. Sana-huja, María E. Río & María N. Ledé (Escuela de Farmacia y Bio-

química, Departamento de Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina). J. Nutrition, 86: 424-432, 1965.

Se suministraron a ratas dietas conteniendo 10 & 15% de gluten de trigo, suplementadas con lisina a las que se agregó 3.1% de mezcla de ácidos aminados esenciales menos treonina. Los animales presentaron bajos cocientes de apetito en comparación con el grupo control, alimentado con una dieta balanceada. Esto confirma la suposición de que la disminución de ingesta de alimento es un efecto primario del imbalance. El patrón de ácidos aminados producido por el imbalance fue similar a los descritos en experimentos previos.

BRASIL

Considerations on the hematological picture of malnourished children.—J. E. Dutra de Oliveira, N. de Oliveira Netto & L. Scatene (Facultad de Medicina, Ribeirao Preto (S. P.), Brasil). J. Trop. Pediat., 10: 105-110, 1965.

Los niños estudiados presentaron una anemia moderada. Cuando fueron sometidos a ensayos terapéuticos que incluían administración de proteína de buena calidad, hierro, ácido fólico y vitamina B₁₂, los resultados no fueron tan satisfactorios en lo que se refiere a la curación de la anemia.

Inquérito alimentar em uma zona rural do estado de São Paulo (Fazenda São Francisco). — H. Pinho de Castro Silva Baldo, E. Pinho de Castro Silva & R. N. Mazzilli. Arq. Fac. Hig. S. Paulo, 20: 43-56, 1966.

Se realizó una encuesta nutricional

con el fin de evaluar la situación alimenticia de agricultores tipo medio (Hacienda San Francisco). Se estudiaron 21 familias. Se aplicó el método de la visita domiciliaria, diariamente durante siete días. Se demuestra que existe un desequilibrio en la dieta constituido por la predominancia de carbohidratos en detrimento de las grasas.

Se encontró cierta diferencia en los hábitos alimenticios de diversos estratos al relacionarlo con la procedencia de las familias. La calidad del alimento es tanto mayor cuanto mayor es el nivel económico. El déficit nutricional fue encontrado en las proteínas animales, calcio y vitamina A, lo cual coincide con el bajo consumo de carne, productos lácteos, vegetales de hoja y frutas.

COLOMBIA

Los centros de recuperación nutricional y el papel de la nutricionista en su organización y funcionamiento. — E. Romero Romero. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 1, 1966.

Se describe la organización y funcionamiento de los centros de recuperación infantil que se proponen para combatir la desnutrición infantil. Se analiza el papel que en ellos puede jugar la nutricionista.

Athropometric measurements of 1650 newborn in Medellín, Colombia.—L. Oberndorfer, W. Mejía & G. Palacio del Valle. (Apartado Aéreo 975, Medellín, Colombia, América del Sur.) *J. Trop. Pediat.* 11: 4-13, 1965.

Los niños incluidos en este estudio provenían de un grupo de nivel socioeconómico bajo. Comparado su peso con el de los de niños de un nivel socioeconómico más elevado, el peso promedio de estos últimos fue superior.

Relación entre infestación parasitaria y suplección alimentaria. Estudio longitudinal de un barrio pobre de Medellín.—H. Vélez A., Mercedes E. de Rojas, W. Ro-

jas M. & E. Leiderman W. (Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.) *Antioquia Médica (Colombia)*, 15: 533-552, 1965.

Los hallazgos indican la acción favorable de la desparasitación sobre el estado general del individuo. La suplección alimentaria mejoró el cuadro hematológico. Los hallazgos auxiométricos indican un alarmante retraso en la talla en los límites de lo patológico.

CHILE

Coseta seca de remolacha en engorde de cerdos. — J. Marambio y R. Sepúlveda. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 7-13, 1966.

Se estudia el reemplazo parcial de los granos por coseta seca de remolacha en la alimentación de cerdos. La ganancia de peso es menor con la sustitución por coseta en un 25 y 50% de la dieta de granos, pero el costo de alimento para producir 1 kg. de peso es menor. 9 referencias.

Estudio longitudinal del crecimiento ponderal en los primeros dos años de vida. — C. Montoya A. & M. Ipinza. (Cátedra de Higiene y Medicina Preventiva y Social, Universidad de Chile, Santiago.) *Rev. Chilena Pediat.* 36: 240-244, 1965.

La investigación se efectuó en un barrio predominantemente obrero de Santiago. Se propone adoptar los valores centrales obtenidos como una "curva de referencia" para uso en el Servicio Nacional de Salud.

Filoestrógenos en forrajes chilenos. I. Actividad estrogénica en el alfalfa verde y en ensilaje de trébol rosado. — F. García & P. Hirsch-Reinshagen. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 67, 1966.

Los estudios practicados demuestran que tanto la alfalfa como el ensilaje de

trébol muestran actividad estrogénica. Se consideran sus efectos secundarios. 12 referencias.

Efecto de la harina de pescado de consumo humano (UNICEF-Chile-Quintero) sobre la caries experimental en la rata blanca. — C. Chayet, G. Majlis, H. Verdugo, C. Wiesner y G. Donoso. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 20-24, 1966.

El reemplazo de la caseína por igual cantidad de harina de pescado de consumo humano (UNICEF-Chile-Quintero) en la dieta carlogénica de Shaw determinó una disminución significativa del número, extensión y profundidad de las caries experimentales producidas en la rata blanca. No se observaron signos de fluorexis en las ratas que recibieron harina de pescado. El aumento de peso de las ratas con dieta de harina de pescado fue sensiblemente igual a la de los animales que recibieron caseína. 11 referencias.

Estudio por encuesta y por análisis de la dieta normal de tres hospitales de Santiago. — J. Tapia, I. Barja, D. Ballester, L. Masson, M. A. Mella, N. Pak, I. Pennacciotti, H. Smidt-Hebbel, M. A. Tagle, J. Vinagre, E. Yáñez y G. Donoso. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 55-66, 1966.

Se estudió la dieta normal de tres hospitales, encontrando que era francamente pobre en calorías, proteínas y ácido ascórbico, y relativamente en niacina y riboflavina. Se encuentran diferencias notorias entre la composición de nutrientes calculada por tablas y la encontrada por análisis directo. 22 referencias.

Alteraciones bioquímicas en la desnutrición infantil. — F. Monckeborg B. *Nut. Bromatol. Toxicol.* 5: 31-42, 1966.

Se presentan las alteraciones bioquímicas de las dos formas principales de la desnutrición infantil: marasmo y kwashiorkor. Se trata de explicar la fi-

siopatología de algunos hechos de ambos síndromes. 24 referencias.

MEXICO

Algunos aspectos digestivos de la desnutrición primaria. — Guevara González, L.; Zubirán, S. & Soberón, G. *Gac. Méd. México* 96: 1121, 1966.

El autor presenta las conclusiones de las alteraciones digestivas en la desnutrición primaria medidas por la absorción simultánea de 18 aminoácidos bajo distintas condiciones, las variaciones de las actividades enzimáticas del hígado en animales bajo diferentes condiciones de nutrición y del modo como el animal normal, cirrótico y el desnutrido manejan una carga de amoníaco introducido en la vena porta y para cuantificar la actividad de las enzimas que intervienen en el metabolismo de esta sustancia. 25 referencias.

Control de tratamiento del hipertiroidismo por medio de la tenocinometría aquileana. — M. Nava y B. Carrera. *Rev. Invest. Clin. México* 18: 213, 1966.

En 33 pacientes hipertiroideos se les efectuó la tenocinometría aquileana en el control del tratamiento. Se encuentra que la prueba es muy útil, ya que no se modifica cuando el paciente permanece hipertiroideo y es francamente anormal si se hace hipotiroideo. 6 referencias.

Apreciación del daño económico-social causado por las helmintiasis intestinales en Chiconcuac, Estado de Morelos, México. — M. R. López, Clementina González & F. Biagi F. (Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma, México, D. F.) *Rev. Biol. Tropical*, 13: 85-90, 1965.

Se encontró, en este estudio, que cada parasitosis masiva tenía un costo

promedio equivalente a los ingresos de 12 días de trabajo.

Deaths among children with third degree malnutrition. — R. Ramos Galván & J. Miranda Calderón. (Hospital Infantil de México, Dr. Márquez 162, México 7, D. F.) *Am. J. Clin. Nutrition*, 16: 351-355, 1965.

Un porcentaje de mortalidad mayor se notó en aquellos pacientes con edema que en el grupo sin él; asimismo se encontró mayor mortalidad en los pacientes durante el primer año de vida.

PERU

Contribución al estudio químico-bromatológico de la semilla y aceite de sésamo o ajonjolí cultivado en el Perú.—Ishibashi M., *A. Rev. Fac. Farm. Bloq.* (Univ. Nacl. Mayor de San Marcos, Lima-Perú), 27, N° 98 (1965).

Se estudian 3 muestras de semillas de ajonjolí trituradas y extraídas con Et₂O y se presentan los resultados de determinaciones físicas, reacciones coloreadas y específicas del aceite de sésamo, como también determinaciones químicas. Se incluye un cuadro comparativo entre los coeficientes de algunos aceites y el de ajonjolí, y entre la composición de diferentes variedades de semillas de ajonjolí.

El hipotiroidismo esporádico en la infancia. — E. Velit. *Rev. Hosp. Niño*, Lima, 28: 83, 1966.

Se presenta un estudio clínico, de laboratorio y terapéutico, de 30 casos de hipotiroidismo esporádico. Se hace una revisión de la fisiopatología del proceso. 18 referencias.

Factor eritropoyético urinario y plasmático en hipoxia crónica de altura. — J. J. Pérez. *An. Fac. Med. Lima* 49: 148, 1966.

La administración de extracto urina-

rio y plasmático de sujetos residentes de alturas en ratas permitió concluir que no hay incremento del factor eritropoyético urinario o plasmático en estos sujetos. 23 referencias.

La eritropoyetina en algunas hemopatías. — S. Ichiyanaqi. *An. Fac. Med. Lima* 49: 139-147, 1966.

Ratas inyectadas con extracto urinario de una paciente talasémica mostraron un aumento de la incorporación de Fe⁵⁹, lo que indicó la existencia del factor eritropoyético urinario. En ratas inyectadas con extracto urinario de paciente leucémico no sucedió este aumento. Se discuten las causas. 14 referencias.

Dietary protein quality in infants and childrens. I. Evaluation in rapidly growing infants and children of fish protein concentrate alone and in combination with wheat. — G. G. Graham, J. M. Baertl & A. Cordano. (Clínica Anglo-Americana, Apart. 2713, Lima, Perú.) *Am. J. Dis. Child.* 110: 248-257, 1965.

La administración de concentrados de proteína de pescado sola o en combinación con trigo, como única fuente de proteínas en la dieta, fue capaz de mantener crecimiento y retención adecuada de nitrógeno en niños desnutridos tratados previamente con leche de vaca modificada.

Neonatal mortality and altitude in Peru. — Mazess, R. B. (Dept. of Sociology and Anthropology, Pennsylvania State University, University Park, Pa.) *Am. J. Phys. Anthropol.* 23: 209-213, 1965.

El análisis de los materiales del censo indicó un incremento de la mortalidad neonatal con la altura. La mortalidad alcanza un promedio de 50-60 muertes por cada 1.000 nacidos vivos, que es aproximadamente el doble de lo que se encuentra en las tierras bajas.

LIBROS NUEVOS

Benjamín T. Burtow: **Nutrición humana**. Publicación Científica N° 146. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D. C., 1966.

El volumen consiste en la versión castellana de la 2ª edición del conocido "Heinz Handbook of Nutrition". La edición fue efectuada por la Oficina Sanitaria Panamericana como una contribución a la difusión de la ciencia de la nutrición en los países latinoamericanos. Se ha incluido la tabla de composición de alimentos para uso en América Latina (INCAP-ICNND). El volumen abarca los distintos campos de la nutrición, tales como utilización de los alimentos (fisiología), elementos nutritivos, nutrición en estado de salud (requerimientos), nutrición en estados patológicos y algunos aspectos especiales, sin entrar en muchos detalles. Será de gran valor para la enseñanza de la nutrición en Escuelas de Dietética, para Nutricionistas, Médicos y otras profesiones afines. Se presenta en forma concisa y clara los diversos aspectos de mayor importancia en el campo. Su valor didáctico se hubiera aumentado considerablemente con la inclusión de una lista de referencias y de obras especializadas en las materias respectivas, al final de cada capítulo.

W. G. J.

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Dr. José E. Dutra de Oliveira (Brasil), Dr. B. A. Houssay (Argentina), Dr. José A. Landa (Argentina), Dr. Julio Santa María (Chile),
Dr. J. C. Waterlow (Jamaica).

Editor General: Dr. WERNER G. JAFFE

Editores Asistentes: Dr. Guillermo Arroyave y Dr. Mauricio
Ruphael Divo

Editor Asociado: Dr. José Félix Chávez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL

Dr. Cecilio Abela Deheza	Dr. Silvestre Frenk
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. Carlos Giltler
Dr. C. Alvarifias	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Carlos Bauza	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. José María Bengoa	Dr. Emilio Picón Reátegui
Dr. Molsés Béhar	Dr. Yaro Ribelro Gandra
Dr. Edgar Braham	Dr. Roberto Rueda Williamson
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Dante Costa	Dra. Esther Seljo de Zayas
Dr. Nelson Chávez	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Joaquín Cravioto	Dr. Hermann Schmidt-Hebbel
Dr. Eric Cruickshank	Dra. María Angélica Tagle
Dr. Mario Desio de la Vega	Dr. Carlos Tejada
Dr. Gonzalo Donoso	Dra. Tamara de Vega
Dr. Rafael Enderica Vélez	Dr. Salvador Zubirán

Srta. Raquel Flores

Asesora en comunicaciones científicas

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Vol. XVII — Nº 2 — JUNIO 1967

CONTENIDO:

	Pág.
TRABAJOS GENERALES:	
L'ARIBOFLAVINOSE EN HAITI	
IVAN D. BEGHIN, W. FOUGERE ET K. W. KING	95
TRABAJOS DE INVESTIGACION:	
METIONINA, CISTINA, LISINA Y TRIPTOFANO EN ALGUNOS ALIMENTOS VENEZOLANOS	
BERTA NOLBERGA SH.	111
BIOLOGICAL RESPONSE OF RATS FED AMINO ACID SUPPLEMENTED PEA BEAN (PHASEOLUS VULGARIS) DIETS	
MARTHA E. PURDOM AND RUSSELL V. BROWN	117
O BOCIO ENDEMICO E O SUPRIMENTO E EXCREÇÃO URINARIA DE IODO NO ESTADO DE SAO PAULO	
YARO RIBEIRO GANDRA	129
SUPLEMENTACION DE LA AVENA CON AMINOACIDOS	
RICARDO BRESSANI Y LUIZ G. ELIAS	149
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	165
LIBROS NUEVOS	169