

UNIVERSIDAD CENTRAL DE HONDURAS

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

**ENRIQUECIMIENTO DE TORTILLAS
DE MAIZ BLANCO***

TESIS

PRESENTADA POR EL

Bachiller Antonio F. Simán

PARA OPTAR AL

TITULO DE

DOCTOR EN QUIMICA Y FARMACIA

EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL

DE HONDURAS

* El trabajo de esta tesis se llevó a cabo en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Ciudad de Guatemala, y en el Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala, bajo la supervisión de los doctores Guillermo Arroyave y Robert L. Squibb.

TEGUCIGALPA, D. C. FEBRERO DE 1956

DEDICATORIA



DEDICO ESTE TRABAJO:

A LA MEMORIA DE MI PADRE,

A MI MADRE,

A MIS HERMANOS,

A MIS MAESTROS,

de manera muy Especial al

DOCTOR FERMIN DURON GALVEZ

y a mis Compañeros

AGRADECIMIENTO:

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento para el doctor Nevin S. Scrimshaw, Director del INCAP, lo mismo que al doctor Ernesto A. Borjas, por haberme brindado la oportunidad de trabajar en dicho Instituto; hago extensivo mi agradecimiento al doctor Guillermo Arroyave y demás personal del INCAP que me prestó su ayuda técnica y científica. También quiero reconocer y agradecer la valiosa cooperación que encontré en el Dr. Robert L. Squibb y colaboradores, gracias a los cuales pude realizar el experimento biológico.

*Honorable Sr. Decano de la Facultad
de Química y Farmacia*

*Honorable Tribunal Examinador
Distinguida Concurrencia.*

Animado por el deseo de contribuir en algo al mejoramiento de la dieta que consume la mayoría de nuestro pueblo, he trabajado con mucho entusiasmo en el desarrollo del presente estudio.

Procuré hacer un trabajo más que todo práctico, aprovechando las facilidades que se me prestaron en los laboratorios del INCAP y del Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala, donde realicé un experimento biológico empleando treinta ratas blancas, con las cuales obtuve algunos resultados interesantes.

Todavía hay un gran campo de estudio experimental en este tema, pero con lo poco que hice se puede ver las grandes ventajas que tiene la tortilla enriquecida sobre la tortilla corriente.

Ojalá que este estudio llame la atención y se lleve a la práctica en nuestro país, ya sea por parte del Gobierno o por alguna empresa particular, pues ello redundaría en beneficio de la clase humilde, la cual realmente necesita ayuda.

INTRODUCCION

Algunos autores dividen la especie humana en tres razas distintas: Raza del Trigo, Raza del Maíz y Raza del Arróz, según el cereal que predomine en su alimentación, habiéndose observado que la capacidad intelectual y desarrollo físico, decrecen en el mismo orden en que se han enumerado. Esto parece ser debido al valor nutritivo de los distintos cereales, lo cual depende principalmente de la calidad y cantidad de proteínas que contienen. Nuestro pueblo pertenece a la Raza del Maíz, sin embargo, no se puede afirmar que su alimentación es de las mejores, ya que las proteínas que contiene el maíz (*Zea mays*), son pobres en algunos de los aminoácidos indispensables para la vida, como el triptofano, la metionina y en menor escala la lisina. La zeína es una de las principales proteínas del maíz, siendo deficiente en lisina y triptofano y aun cuando las otras proteínas contienen cantidades importantes de esos aminoácidos, no son suficientes para compensar esa deficiencia y producir el máximo crecimiento en los animales. (1).

En los países centroamericanos se consume el maíz desde épocas muy remotas, creyéndose que fué aquí donde tuvo su origen este cereal. La Estadística nos muestra que el maíz constituye el principal alimento de gran parte de la población rural centroamericana, proporcionando en algunos casos hasta un 80 por ciento de las proteínas contenidas en sus dietas, y es ingerido en forma de elote, atole, pupusas, tamales, etc., y principalmente como tortilla. (2-11)

En Centro América se cultivan muchos tipos de maíz que contienen diferentes cantidades de proteínas; hay variedades que son indiscutiblemente superiores a otras en contenido total de nitrógeno, variando de 1.09 a 1.92 por ciento, que convertido en proteína ($N \times 6.25$) equivale a una variación de 6.8 a 12.0 por ciento (1). Si las que contienen una cantidad superior tuvieran un rendimiento igual o mayor que el maíz que se siembra corrientemente, se podría incrementar su cultivo repartiendo aquellas variedades como simiente, entre los campesinos. En caso de que el rendimiento fuera menor, po-

dría hacerse cruces genéticos entre las diversas clases hasta lograr resultados satisfactorios. Ya en los Estados Unidos de Norte América se ha hecho esta clase de cruces para obtener mayor rendimiento y resistencia a las enfermedades, lo cual se ha logrado, pero resultando un maíz de menor valor nutritivo (1).

Una variedad de maíz que es importante por su contenido de carotenos, es el llamado maíz amarillo, con el cual se podría evitar, en parte, la deficiencia en vitamina A de nuestra dieta rural; pero su cultivo es muy escaso, debido probablemente, a que tiene poca aceptación entre los consumidores, que están acostumbrados a comer tortillas blancas y desconocen la superioridad alimenticia de las tortillas amarillas. En algunas regiones se cultiva el maíz amarillo principalmente para alimentar animales de carga, pues según dicen, "les da más fuerza".

Es notable la deficiencia de proteínas de alta calidad en la dieta rural centroamericana, la cual se evitaría introduciendo en dicha dieta, proteínas de origen animal que contienen los aminoácidos necesarios para la formación de tejidos (lisina, triptofano, metionina, leucina, fenilalanina, valina, isoleucina y treonina). Como es muy difícil proporcionar alimentos animales a toda la población necesitada, debido a su alto costo, esta dificultad se salvaría haciendo mezclas de vegetales que se complementen en cuanto se refiere a calidad y cantidad de proteínas. Por eso se ha pensado en enriquecer la tortilla mezclándole productos vegetales de fácil obtención y bajo costo, que contengan las proteínas y vitaminas que no se encuentran en el maíz blanco. Entre estos productos vegetales se encuentran principalmente: las hojas de ramio tierno y las tortas de ajonjolí, algodón y corozo*.

En la estación experimental del Colegio de Agricultura de Nuevo México, Edith M. Lantz ha desarrollado un trabajo sobre enriquecimiento de tortillas con leche descremada en polvo; poniendo una y media cucharadas de leche por cada taza de harina para hacer tortillas, resultando aumentadas las proteínas en un 37.5 por ciento (13).

Un enriquecimiento en esta forma resolvería nuestro problema, porque da las proteínas y vitaminas que hacen falta en la dieta de nuestros pueblos; pero económicamente es muy difícil que se lleve a la práctica. Por eso las presentes inves-

* Se entiende por torta, el residuo que queda después de la extracción del aceite.

tigaciones se han orientado hacia las proteínas de origen vegetal que son más baratas y abundantes en nuestro medio.

Es necesario advertir que las proteínas vegetales no pueden substituir enteramente a las de origen animal debido a que no poseen todos los aminoácidos de éstas, o si los tienen, no están proporcionados entre sí de manera que tengan un alto valor biológico (1). Pero buscando mezclas de proteínas vegetales que se complementan, podría llegar a obtenerse muy buenos resultados, debiendo comprobarse esto por medio de experimentos biológicos.

Otra deficiencia muy marcada en la dieta que nos ocupa, es la de vitamina A, la cual se haría desaparecer con vegetales verdes y amarillos que son ricos en carotenos o provitamina A.

Las hojas tiernas de ramio (*Boehmeria nivea*) son una rica fuente de carotenos. Esta planta tiene la ventaja de crecer pródigamente en nuestro suelo. Según estudios hechos por Squibb y colaboradores (14), las hojas tiernas de ramio son más ricas en carotenos que las que han alcanzado su completo desarrollo, por eso hemos empleado las primeras para nuestro trabajo.



**I.—PREPARACION DE TORTILLAS ENRIQUECIDAS.—
CALCULO DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES DE
MEZCLAS DE MASA ENRIQUECIDA (ver cuadro N° 1).
PREPARACION DE LAS MEZCLAS.—PRUEBAS DE
ACEPTABILIDAD.**

Al querer mejorar el valor nutritivo de la tortilla con sustancias extrañas, se tropieza con la dificultad de que algunas de esas sustancias cambian considerablemente el sabor, aspecto y consistencia de ese alimento tan importante, y no se podría variar su composición sin tener en cuenta esos detalles. Por eso comenzamos haciendo tortillas con las diferentes mezclas presentadas en el cuadro N° 1, de las que dimos a probar a los empleados del INCAP para que expresaran por escrito su opinión sobre la aceptabilidad de ellas.

A continuación damos las características principales de las tortillas preparadas con las diferentes mezclas.

Las de la mezcla N° 1 son de color pardo oliva, de aspecto poco apetitoso; su consistencia es frágil, quebrándose fácilmente al doblarse. El olor difiere bastante del de las tortillas corrientes, no distinguiéndose un olor especial. El sabor es poco aceptable notándose un crujido entre los dientes como si tuviera arena fina.

Con la mezcla N° 2 se obtienen tortillas muy parecidas a las anteriores en color y aspecto, variando mucho en el olor y sabor, en los que puede identificarse fácilmente el corozo, haciéndolas desagradables al paladar.

En las de la tercera mezcla se observa un color ligeramente más oscuro que las tortillas corrientes; el aspecto es bueno pero se quiebran con facilidad al doblarse; el sabor al principio no es desagradable, pero luego se siente amargo. El crujido entre los dientes, característico de las mezclas que contienen ajonjolí, es aquí muy acentuado.

*Las tortillas correspondientes a la mezcla N° 4 son las más parecidas a las de maíz puro, en su color, olor, sabor y flexibilidad. Esta mezcla sería la ideal si sólo quisiéramos evitar la deficiencia de carotenos en nuestra dieta rural, pero

CUADRO N° 1 DIFERENTES MEZCLAS PARA ENRIQUECER LA TORTILLA CORRIENTE		Humedad (15)	Extracto etéreo (15)	Fibra cruda (15)	Nitrógeno (22)	Cenizas (15)	Calcio (15)	Fósforo (16)	Hierro (17)	Carotenos (18)	Tiamina (19)	Riboflavina (20)	Niacina (21)
		Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.
100	Gms. de Masa de maíz blanco	60.0	1.9	0.5	0.732	0.6	55	61	0.3	0	0.16	0.05	0.97
		4.6 GMS. DE PROTEINAS											
MEZCLA N° 1													
1	Gm. Hojas de ramio tierno	0.072	0.037	0.093	0.046	0.180	46.04	4.26	0.829	0.1158	0.003	0.015	0.071
7	" Torta de ajonjolí	0.406	1.085	0.308	0.357	0.742	154.07	62.72	5.110	0.0010	0.077	0.048	0.639
2	" Torta de algodón	0.162	0.322	0.096	0.124	0.124	5.58	20.44	0.204	0	0.028	—	0.073
90	" Masa de maíz blanco	52.200	1.710	0.450	0.658	0.540	49.50	54.90	0.270	—	0.144	0.045	0.873
	Suma	52.8	3.2	0.9	1.2	1.6	255	142	6.4	0.117	0.25	0.11	1.66
		7.5 GMS. DE PROTEINAS											
MEZCLA N° 2													
2	Gms. Torta de corozo	0.186	0.162	0.238	0.058	0.090	2.44	12.42	0.224	0.0005	0.004	0.003	0.038
4	" Torta de ajonjolí	0.232	0.620	0.176	0.204	0.424	88.04	35.84	2.920	0.0006	0.044	0.027	0.365
2	" Torta de algodón	0.162	0.322	0.096	0.124	0.124	5.58	20.44	0.204	0	0.028	—	0.073
1	" Hojas de ramio tierno	0.072	0.037	0.093	0.046	0.180	46.04	4.26	0.829	0.1158	0.003	0.015	0.071
91	" Masa de maíz blanco	53.8	2.9	1.0	1.1	1.4	50.05	55.51	0.273	—	0.145	0.045	0.882
	Suma	53.4	2.9	1.0	1.1	1.4	192	128	4.4	0.117	0.23	0.09	1.43
		6.9 GMS. DE PROTEINAS											
MEZCLA N° 3													
10	Gms. Torta de Ajonjolí	0.58	1.55	0.44	0.510	1.060	220.1	89.6	7.30	0.0015	0.111	0.069	0.913
90	" Masa de maíz blanco	52.20	1.71	0.45	0.658	0.540	49.50	54.90	0.27	—	0.144	0.045	0.873
	Suma	52.8	3.3	0.9	1.2	1.6	270	144	7.6	0.002	0.26	0.09	1.43
		7.5 GMS. DE PROTEINAS											

(Concluye en la página siguiente)

Fe

	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.	mgs.
MEZCLA N° 4												
0.5 Gms. Hojas de ramio tierno	0.036	0.018	0.046	0.023	0.090	23.02	2.13	0.414	0.0579	0.001	0.007	0.035
99.5 " Masa de maíz blanco	57.71	1.890	0.497	0.728	0.597	54.72	60.69	0.298	—	0.159	0.049	0.965
Suma	57.7	1.9	0.5	0.8	0.7	78	63	0.7	0.058	0.16	0.06	1.00
				4.4 GMS. DE PROTEINAS								
MEZCLA N° 5												
5 Gms. Torta de ajonjolí	0.29	0.775	0.22	0.255	0.53	110.05	44.8	3.65	0.0007	0.055	0.034	0.456
0.5 " Hojas de ramio tierno	0.036	0.018	0.046	0.023	0.09	23.02	2.13	0.414	0.0579	0.001	0.007	0.035
94.5 " Masa de maíz blanco	54.81	1.795	0.472	0.691	0.56	51.97	57.64	0.283	—	0.151	0.047	0.916
Suma	55.1	2.6	0.7	1.0	1.2	185	104	4.3	0.059	0.21	0.09	1.41
				6.2 GMS. DE PROTEINAS								
MEZCLA N° 6												
5 Gms. Ajonjolí extraído con éter	0.205	0.04	0.26	0.360	0.675	107.7	66.2	5.37	0	0.051	0.023	0.528
0.5 " Hojas de ramio tierno	0.036	0.018	0.046	0.023	0.090	23.02	2.13	0.414	0.0579	0.001	0.007	0.035
94.5 " Masa de maíz blanco	54.81	1.795	0.472	0.691	0.567	51.97	57.64	0.283	—	0.151	0.047	0.916
Suma	55.0	1.3	0.8	1.1	1.3	183	126	6.1	0.058	0.20	0.08	1.48
				6.2 GMS. DE PROTEINAS								
MEZCLA N° 7												
10 Gms. Ajonjolí extraído con éter	0.41	0.08	0.52	0.720	1.35	215.4	132.4	10.74	0	0.102	0.047	1.057
0.5 " Hojas de ramio tierno	0.036	0.018	0.046	0.023	0.090	23.02	2.13	0.414	0.0579	0.001	0.007	0.035
89.5 " Masa de maíz blanco	51.91	1.700	0.447	0.655	0.537	49.22	54.59	0.268	—	0.143	0.044	0.868
Suma	52.4	1.8	1.0	1.4	2.0	288	189	11.4	0.058	0.25	0.10	1.96
				8.8 GMS. DE PROTEINAS								
MEZCLA N° 8												
5 Gms. Ajonjolí extraído con éter	0.205	0.04	0.26	0.360	0.675	107.7	66.2	5.37	0	0.051	0.023	0.528
95 " Masa de maíz blanco	55.10	1.80	0.47	0.695	0.57	52.25	57.95	0.28	—	0.152	0.047	0.921
Suma	55.3	1.8	0.7	1.0	1.2	160	124	5.6		0.20	0.07	1.45
				6.2 GMS. DE PROTEINAS								

nuestro objetivo es incorporarle también proteínas de buena calidad, por eso optamos por agregarle 5 por ciento de torta de ajonjolí a la mezcla N° 4, quedando así formada la N° 5. Las tortillas de esta mezcla contienen una buena cantidad de proteínas y carotenos, pero siempre el sabor es un poco amargo, debido probablemente a la pequeña cantidad de aceite que todavía contienen las semillas de ajonjolí extraídas sólo a presión. Para salvar este inconveniente, preparamos la mezcla N° 6 que contiene ajonjolí extraído con éter etílico, quedando las tortillas de un color más claro que las anteriores y el sabor amargo es casi imperceptible.

Las mezclas N° 7 y N° 8 no resultaron aceptables; la primera porque las tortillas se quiebran fácilmente al doblarse, su color es muy oscuro y el sabor amargo es más pronunciado. La mezcla N° 8 carece de provitamina A, quedando por lo tanto descartada.

Los resultados de esta encuesta fueron satisfactorios, puesto que la mayoría de los que probaron las tortillas coincidió en que las preparadas con la mezcla N° 6 son las más aceptables, ya que en su sabor y consistencia, difieren poco de las tortillas corrientes y su composición reúne las cualidades deseadas.

Como dijimos anteriormente, a las tortillas que contienen ajonjolí se les siente al masticarlas, como si tuvieran arena muy fina; esto se puede evitar, llevando la torta de ajonjolí a un grado de pulverización mayor.



II.—ENSAYO BIOLÓGICO DEL VALOR NUTRITIVO DE UNA MASA ENRIQUECIDA*

1. Material y Métodos

Es muy interesante hacer pruebas biológicas del valor nutritivo de los distintos alimentos. En nuestro caso cabe hacer un estudio comparativo entre la tortilla corriente y la enriquecida. Para realizar este experimento, que duró cinco semanas, usamos treinta ratas blancas divididas en dos grupos de quince, constando cada uno de diez machos y cinco hembras; durante ese tiempo las ratas fueron revisadas todos los días y pesadas dos veces por semana.

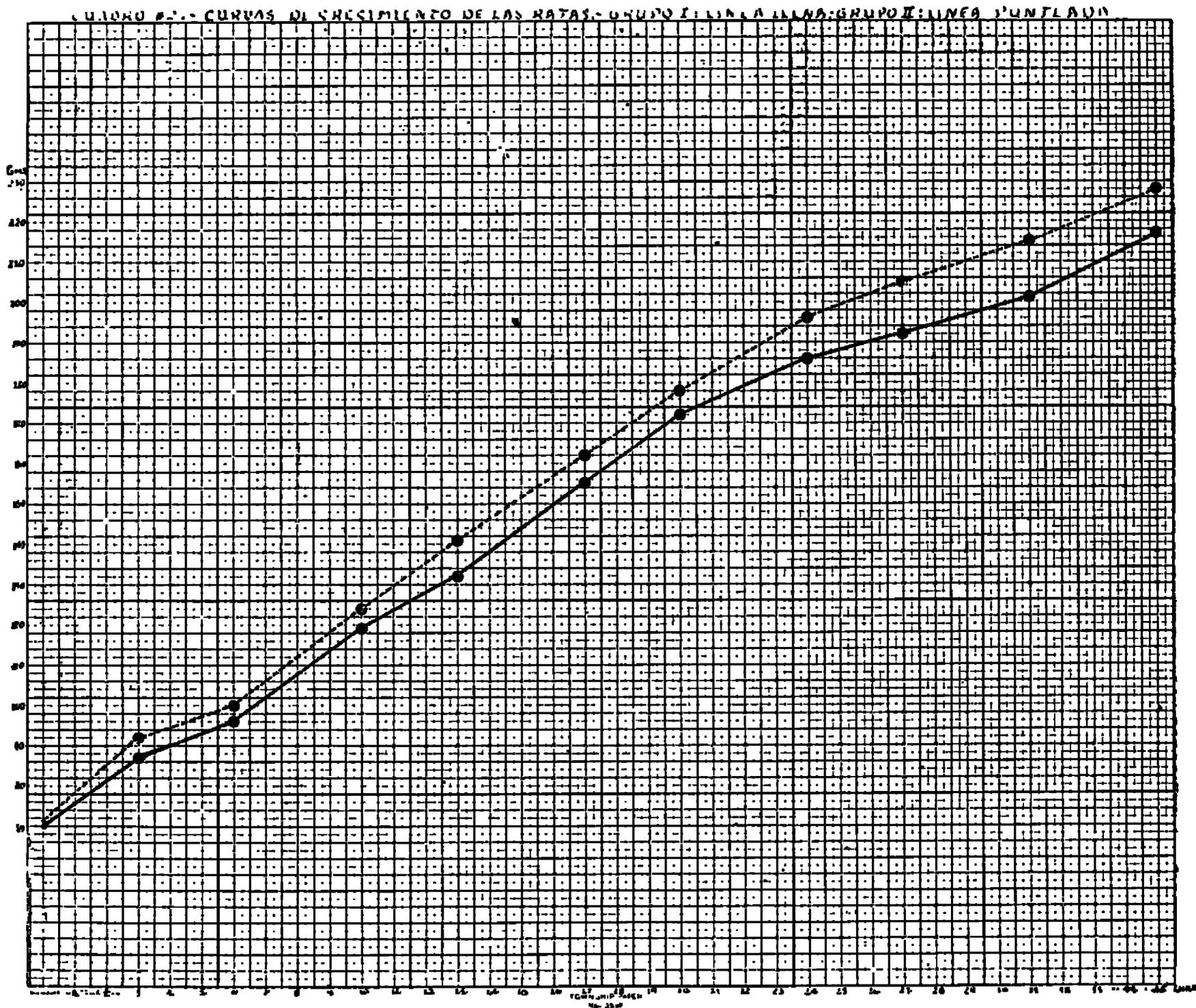
Como puede verse en el cuadro N° 5, las dos dietas que empleamos para alimentar las ratas, contienen las vitaminas y minerales necesarios y en cantidad suficiente para su desarrollo, excepción hecha de la vitamina A de que carecen ambas dietas. Ahora bien, la dieta N° 1 carece también de carotenos o provitamina A, pero la N° 2 los contiene en el ramio proporcionado por la tortilla enriquecida de manera que era de suponerse que la cantidad de vitamina A contenida en la sangre de las ratas del grupo II, alimentadas con dieta enriquecida, tendría que ser superior a la contenida en las del grupo I, que se nutrieron con la dieta sin enriquecer; por eso al finalizar el experimento, extrajimos la sangre de las ratas por punción al corazón, y en el suero de dicha sangre investigamos la concentración de vitamina A, empleando el método de saponificación con solución alcohólica de KOH, extracción posterior de la vitamina A con una mezcla de keroseno-xileno y finalmente medida de la absorción de la luz por medio del espectrofotómetro de Beckman; este método es muy práctico y se obtienen los resultados con relativa rapidez.

2. Resultados y Discusión

Durante el tiempo que duró el experimento biológico, pesamos las ratas dos veces por semana y fuimos haciendo

* Este experimento se llevó a cabo en el Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala.

CUADRO N° 2.—Curvas de crecimiento de las ratas. Grupo I: línea llena; Grupo II: línea punteada



CUADRO N° 3

PESOS DE LAS RATAS DEL GRUPO I DURANTE
EL EXPERIMENTO BIOLÓGICO

	Día 1°	Día 3	Día 6	Día 10	Día 13	Día 17	Día 20	Día 24	Día 27	Día 31	Día 35
Rata	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.	Gms.
N° 1	92	110	84	107	125	163	185	213	202	198	229
" 2	82	98	117	145	166	192	208	226	238	256	277
" 3	78	96	108	129	146	170	190	210	222	232	250
" 4	76	94	107	121	137	151	178	201	216	230	252
" 5	75	94	110	134	154	180	205	225	239	251	265
" 6	75	92	105	117	134	164	188	198	182	175	200
" 7	74	94	110	134	140	175	170	187	186	209	222
" 8	69	81	96	120	135	155	172	182	191	204	218
" 9	64	82	94	124	141	171	191	214	228	241	267
" 10	62	76	85	110	124	143	158	170	178	190	207
" 11	68	82	88	114	115	133	151	165	168	175	182
" 12	68	86	74	110	118	129	138	142	150	153	159
" 13	62	81	91	117	118	139	153	164	170	174	183
" 14	59	78	89	110	122	134	144	151	154	159	172
" 15	52	67	75	98	111	131	142	150	159	162	172
Suma	1056	1311	1433	1790	1986	2330	2573	2798	2883	3009	3255
Promedio	70	87	96	119	132	155	172	186	192	201	217

CUADRO N° 4

PESOS DE LAS RATAS DEL GRUPO II DURANTE
EL EXPERIMENTO BIOLÓGICO

	Día 1°	Día 3'	Día 6	Día 10	Día 13	Día 17	Día 20	Día 24	Día 27	Día 31	Día 35
Rata	Gms.'	Gms.									
N° 1	88	129	117	136	152	175	191	204	222	231	246
" 2	83	103	115	139	158	180	199	222	233	217	235
" 3	77	98	110	132	147	171	184	202	215	219	230
" 4	76	99	115	140	160	184	204	223	236	253	272
" 5	76	95	84	122	143	170	188	213	218	244	259
" 6	75	96	112	137	155	178	202	216	234	252	263
" 7	72	96	110	132	156	181	200	228	250	262	274
" 8	67	90	105	135	154	180	203	225	236	251	268
" 9	67	85	98	116	129	146	162	198	191	195	208
" 10	59	77	91	116	137	158	178	197	210	221	240
" 11	74	90	82	116	132	145	151	163	153	178	186
" 12	68	86	94	111	125	137	147	155	164	167	175
" 13	60	78	86	108	118	134	149	160	165	171	187
" 14	60	81	92	113	126	142	155	166	174	183	191
" 15	58	74	85	107	122	142	156	167	171	178	190
Suma	1060	1377	1496	1860	2114	2423	2669	2939	3072	3222	3424
Promedio	71	92	100	124	141	162	178	196	205	215	228

las curvas correspondientes al promedio de los pesos de las ratas de los dos grupos (ver cuadros N° 2, 3 y 4). Al iniciarse el experimento, la diferencia entre los promedios de los pesos de ambos grupos era sólo de un gramo; a los tres días diferían en cinco gramos, con ventaja para las ratas alimentadas con tortilla enriquecida. Aparentemente las curvas se iban separando rápidamente, pero luego se mantuvieron casi paralelas durante dos semanas y media, y por último hubo una pequeña separación en las últimas dos semanas, pero la diferencia de peso no fue lo suficientemente grande para dar resultados positivos.

Las ratas del grupo I ganaron 2,199 Gms. en peso total y consumieron 7,487 Gms. de dieta sin enriquecer. Las del grupo II aumentaron 2,364 Gms., habiendo ingerido 8,088 Gms. de dieta enriquecida. De los datos anteriores se deduce que las ratas del grupo I necesitaron 3.40 Gms. de dieta para aumentar 1 Gm. de peso y a las del grupo II les fue necesario consumir 3.42 Gms. para obtener el mismo aumento de peso. La diferencia de 0.02 Gms. no es una cantidad significativa, y no se puede inferir de ella que la dieta N° 1 es mejor que la N° 2; al contrario, sabemos por análisis que la segunda dieta es más rica en proteínas que la primera, y si no se vieron resultados prácticos durante el experimento, fué debido a que las dos dietas son excelentes para el crecimiento de las ratas, ya que la cantidad de proteínas que contienen ambas es bastante grande y suministraron a las ratas la cantidad necesaria para un crecimiento normal (véase el cuadro N° 5). Es muy probable que el exceso de proteínas contenido en la dieta N° 2, debido a la tortilla enriquecida, haya sido excretado por innecesario, puesto que la caseína cruda y la zeína proporcionan tal vez las proteínas necesarias para que las ratas crezcan normalmente y el exceso no puede ser asimilado.

Sería de mucha utilidad repetir este experimento disminuyendo la cantidad de caseína cruda y zeína, de manera que la dieta total sea pobre en las proteínas proporcionadas por estas sustancias, para que así las ratas alimentadas con tortilla enriquecida tengan forzosamente que utilizar las proteínas contenidas en dicha tortilla. Creemos que sólo así dará este experimento resultados positivos, en cuanto al crecimiento de las ratas se refiere.

Como puede verse en el cuadro N° 5, las dos dietas carecen de vitamina A, pero la dieta N° 2 contiene hojas tiernas de ramio que son muy ricas en provitamina A, y la N° 1 está exenta de dicha provitamina, de donde se deduce lógica-

CUADRO N° 5
DIETAS PARA AMBOS GRUPOS DE RATAS

INGREDIENTES	GRUPO I	GRUPO II
Caseína cruda	70 Gms.	70 Gms.
Zeína	70 Gms.	70 Gms.
Azúcar	70 Gms.	70 Gms.
Complejo B N° 1	5 c.c.	5 c.c.
Delsterol	0.2 Gms.	0.2 Gms.
Tortilla corriente	750 Gms.	
Tortilla enriquecida		750 Gms.
Minerales N° 2 U.S.P.	40 Gms.	40 Gms.

El Delsterol es vitamina D que contiene no menos de 2,000 A.O.A.C. unidades por gramo. (A.O.A.C. significa Association of Official Agricultural Chemists).

Complejo B N° 1. Cada 5 c.c. contienen: Colina 1.25 Gms. Tiamina 2 mgs., Riboflavina 3.5 mgs., Acido Pantoténico 12 mgs., Acido Nicotínico 15 mgs. y Piridoxina 3.5 mgs.

mente que las ratas alimentadas con esta última dieta tendrán una concentración de vitamina A en la sangre, menor que las alimentadas con dieta enriquecida, lo cual se comprobó al determinarse dicha vitamina en el suero. Los resultados pueden observarse en el cuadro N° 7, notándose que hubo una diferencia de 6.12 entre los promedios de los porcentajes de vitamina A contenida en la sangre de cada rata.

Según cálculos matemáticos realizados por el doctor Oudh Behari Tándon,* la cifra de 6.12 es "muy significativa", es decir, que hubo una diferencia grande en las concentraciones de vitamina A en la sangre de los dos grupos de ratas; de donde resulta que la cantidad de carotenos asimilables y transformables en vitamina A que contiene el ramio, es bastante apreciable, por lo menos cuando se trata de la alimentación de las ratas. A este respecto el experimento fué un éxito porque dió resultados positivos.

Es de suponer que también los humanos podemos asimilar los carotenos contenidos en el ramio y transformarlos en vitamina A.

3. Resumen

En nuestro ensayo biológico empleamos treinta ratas divididas en dos grupos de quince; la dieta del primer grupo contenía tortilla corriente y la del segundo tortilla enriquecida.

Debido a la mayor cantidad de proteínas contenida en la dieta N° 2, esperábamos que el crecimiento fuera superior en las ratas del segundo grupo, pero no resultó así, debido probablemente a que las dos dietas eran excelentes para lograr el crecimiento óptimo de las ratas. En cuanto a la concentración de vitamina A en la sangre de las ratas, el experimento resultó un éxito porque se encontró una diferencia muy apreciable entre los dos grupos, con ventaja para el grupo alimentado con la dieta N° 2 debido a los carotenos contenidos en la tortilla enriquecida; en cambio la dieta N° 1 carecía de vitamina A, y carotenos.

Con este experimento se comprobó que los carotenos contenidos en el ramio son transformables en vitamina A cuando son ingeridos por ratas y se puede esperar el mismo resultado cuando se trate de la alimentación humana.

* El doctor O. B. Tándon es el Jefe del Departamento de Estadística del INCAP.

CUADRO N° 7
VITAMINA A EN LA SANGRE DE LAS RATAS

GRUPO I		GRUPO II	
Rata N° 1	17.20 mgs. %*	Rata N° 1	12.74 mgs. %*
" N° 2	16.56 " "	" N° 2	17.84 " "
" N° 3	13.38 " "	" N° 3	22.93 " "
" N° 4	14.65 " "	" N° 4	16.56 " "
" N° 5	13.38 " "	" N° 5	25.48 " "
" N° 6	15.29 " "	" N° 6	31.21 " "
" N° 7	16.56 " "	" N° 7	22.30 " "
" N° 8	20.38 " "	" N° 8	15.29 " "
" N° 9	14.01 " "	" N° 9	17.84 " "
" N° 10	14.01 " "	" N° 10	28.03 " "
" N° 11	14.01 " "	" N° 11	28.03 " "
" N° 12	12.10 " "	" N° 12	23.57 " "
" N° 13	14.01 " "	" N° 13	17.84 " "
" N° 14	11.47 " "	" N° 14	19.75 " "
" N° 15	15.92 " "	" N° 15	15.29 " "
Promedio	14.86	Promedio	20.98

Diferencia entre los promedios: 6.12

* El análisis se hizo en el suero sanguíneo, por consiguiente las cantidades arriba anotadas son las encontradas en 100 c.c. de suero.

III CONCLUSIONES

Con este corto trabajo no podemos afirmar categóricamente que la tortilla enriquecida, en la forma en que lo hemos hecho, puede subsanar totalmente la deficiencia en proteínas y vitamina A de la dieta rural de estos países, pero sí podemos decir que la mejora mucho, agregándole una buena cantidad de proteínas superiores a las del maíz blanco y bastante caroteno transformable en vitamina A.

Con el experimento que hicimos comprobamos que la provitamina A contenida en el ramio es asimilada por las ratas y transformada en vitamina A, aumentando la concentración de ésta en la sangre. Es fácil creer que lo mismo sucederá al ser ingerido por el hombre.

También podría hacerse otros experimentos con ratas, por ejemplo el de retención de nitrógeno, mediante el cual puede determinarse la cantidad de nitrógeno que asimilan, estableciendo la diferencia entre la cantidad que ingieren con los alimentos y la que excretan por la orina y las heces fecales. Por medio de este experimento podríamos saber si el nitrógeno de la tortilla enriquecida es retenido mejor por las ratas que el contenido en la tortilla corriente, alimentando un grupo de ratas con la primera tortilla y otro con la segunda.

Para llevar a la práctica este proyecto de enriquecimiento de tortillas, es seguro que se tropezará con muchas dificultades, debido a la oposición que siempre presenta el pueblo cuando se trata de introducir algo nuevo en sus costumbres; pero estamos seguros que con una propaganda bien organizada y patrocinada por los gobiernos de los distintos países centro-americanos, llegaría en un futuro no lejano, a ser aceptada la nueva tortilla por la mayoría de la población, tanto rural como urbana. A primera vista se ve muy difícil la manera de hacer efectivo este trabajo, porque no es posible que las amas de casa se acostumbren a hacer la mezcla de masa, ramio y ajonjolí, cada vez que vayan a hacer tortillas; por eso creemos que lo más práctico sería industrializar el enriquecimiento de tortillas, produciendo grandes cantidades de harina

de maíz, a la cual se le agregaría el ramio y el ajonjolí y se expondría la mezcla ya lista para hacer tortillas. La fábrica de harina podría estar dotada de un molino especial que pueda reducir la torta de ajonjolí a un grado de pulverización mayor que los molinos corrientes y así evitar la sensación de arena fina entre los dientes al masticar la tortilla enriquecida.

Confiamos que este pequeño trabajo tenga el fruto deseado y que algún día se lleve a la práctica para beneficio de nuestro pueblo necesitado.



PROPOSICIONES

- 1.—ANALISIS APLICADOS: Determinar el calcio en soluciones de calcio inyectables.**
- 2 —PARASITOLOGIA: Parásitos de la Malaria.**
- 3 —ANALISIS BROMATOLOGICOS: Determinación de proteínas en el pan.**
- 4.—HIGIENE: Diabetes Mellitus.**
- 5 —FARMACIA GALENICA: Preparación de extractos fluidos según la Farmacopea Americana.**

IV REFERENCIAS

1. Suplemento N° 1 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá" 1953.
2. Sogandares, Lucila, Antonia P. de Galindo y Hilda P. Mejía, Estudios Dietéticos de Grupos Urbanos y Rurales de la República de El Salvador.
Suplemento N° 1 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 27-37, 1953.
3. Flores, Marina y Emma Reh.
Estudios de Hábitos Dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena Milpas Altas.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
4. Flores, Marina y Emma Reh.
Estudios de Hábitos Dietéticos en Poblaciones de Guatemala.
II. Santo Domingo Xenacoj.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
5. Flores, Marina y Emma Reh.
Estudios de Hábitos Dietéticos en Poblaciones de Guatemala.
III. San Antonio Aguas Calientes y su aldea, San Andrés Ceballos.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
6. Flores, Marina y Emma Reh.
Estudios de Hábitos Dietéticos en Poblaciones de Guatemala.
IV. Santa María Cauqué.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".

7. Moen, Margaret L. y colaboradores.
Consumo de Alimentos de trece Familias de los Empleados de una Fábrica de Textiles en Quetzaltenango, Guatemala, C. A.
Suplemento N° 1 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 37-94, (1953).
8. Reh, Emma y Claudia Fernández.
Condiciones de Vida y Alimentación en Cuatro Grupos de Población de la Zona Central de Costa Rica.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
9. Reh, Emma y Gloria Fajardo.
Estudio de las Condiciones de Vida y Alimentación de Grupos de Población Urbana y Rural de Honduras.
Boletín Especial del Ministerio de Gobernación, Justicia, Sanidad y Beneficencia de la República de Honduras.
10. Sogandares, Lucila y Guillermina de Barrios.
Estudios Dietéticos en Panamá. I La Mesa, Provincia de Veraguas.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
11. Sogandares, Lucila, Guillermina de Barrios y Elida Z. Corcó. Estudios Dietéticos en Panamá. II Barrio el Chorrillo, Ciudad de Panamá.
Suplemento N° 2 al Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá".
12. Bressani, R., G. Arroyave y N. S. Scrimshaw.
The Nutritive Value of Central American Corns. I Nitrogen, Ether Extract, Crude Fiber, and Minerals of Twenty-four Varieties in Guatemala.
Food Research, 18:261, (1953).
13. Lantz, E. M. Nonfat Dry Milk Solids improve Tortillas.
Agricultural Experiment Station, New Mexico College of Agriculture and Mechanic Arts. Press Bulletin 1085, July 1953.
14. Squibb, R. L., J. Méndez, M. Guzmán y N. S. Scrimshaw.
Ramie, A High Protein Forrage Crop for Tropical Areas
J. of the Brit. Grass Land Soc.

15. Association of Official Agricultural Chemists. Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Agricultural Chemists.
7th ed. Washington D. C., 1950.
16. Lawry, O. H., y J. A. López.
The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters, J. Biol. Chem., 162:421, 1946.
17. Hill, R. A Method for the Estimation of Iron in Biological Material. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 10:302, 1938.
18. Wall, M. E. y Kelly, E. G.
Determination of Pure Carotene in Plant Tissues. A rapid chromatographic method. Ind, Eng. Chem. Anal. Ed., 15:18, 1943.
19. Hennessey, D. J. y L. R. Cerecedo.
The determination of Free and Phosphorylated thiamine by a modified thiochrome assay. J. Am. Chem. Soc., 16:179, 1939.
20. Hodson, A. Z. y L. C. Morris,
A fluorometric method for determining the riboflavin content of food stuffs. J. Biol. Chem., 131:621, 1939.
21. United States Pharmacopeia XII, First Supplement.
Microbiological assay for nicotinic acid or nicotinamide (1943).
22. Hamilton, L. F. y S. G. Simpson.
Talbot's Quantitative Chemical Analysis, 9^a ed. The Mcmillan Company, New York, 1946.