

NUEVOS ADELANTOS EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS*

Ricardo Bressani **

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

* Trabajo presentado en el VII Congreso de Nutrición y Dietética de Centro América y Panamá, que se llevó a cabo del 23-26 Julio de 1974, en San Salvador, El Salvador, Centro América.

** Ph.D., Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Guatemala, C.A.

El t3pico de conversaci3n m3s generalizado hoy d3a es posiblemente el alto costo de los alimentos. La conversaci3n no s3lo se limita a comentar que antes todo era m3s barato y f3cil de obtener, sino tambi3n a comentar sobre las causas de este problema. Entre 3stas se menciona la variaci3n de las condiciones atmosf3ricas como tal vez la causa m3s importante, sin embargo, el problema es m3s profundo que eso.

No hay duda que el estado del tiempo, definido como escasez o abundancia de lluvia y temperaturas bajas o excesivamente altas, ha sido responsable por la escasez de los alimentos. Esto, sin embargo, ha ocurrido con cierta periodicidad en d3cadas anteriores a las del 70, pero no ha causado los problemas serios que el mundo est3 sufriendo hoy d3a. Factores tan importantes, o m3s importantes, son el aumento exagerado de la poblaci3n mundial, la participaci3n o competencia de nuevos mercados por los alimentos producidos, la alta capacidad de adquisici3n de poblaciones de alto nivel socio-econ3mico, y m3s recientemente, la crisis energ3tica con sus implicaciones. Es muy probable que existan otros factores m3s, por ejemplo, la proliferaci3n de insectos,

pero es difícil estimar el grado de importancia de este factor en comparación con los mencionados anteriormente.

El hombre ha recibido una lección seria y debe aprender, de lo contrario el futuro es incierto. Usando este marco como referencia, es de interés estudiar qué ha hecho o está haciendo el hombre para garantizar la disponibilidad de alimentos, que hoy se cataloga como un derecho moral.

No es posible en el tiempo otorgado para esta plática discutir todos los adelantos en la producción de alimentos, ni entrar en detalles de los que se desea presentar. Por consiguiente, se discutirán brevemente, tres que en mi opinión, representan medidas de grandes posibilidades para aliviar y mejorar la situación.

Estas tres son: a) el incremento de la producción a través de la bien conocida "Revolución Verde"; b) la selección genética de cereales de mayor valor proteínico, y c) el papel de ciertos adelantos de la tecnología de alimentos.

1. La Revolución Verde

El incremento de la producción de alimentos a través

de lo que hoy día se conoce como la "Revolución Verde", no fue un golpe de la suerte ni un accidente de la naturaleza, ni milagro en la producción agrícola. Fue posible lograrla en base a, por lo menos, 4 actividades bien planeadas (Cuadro No. 1). Estas fueron: 1) una investigación agrícola relevante y bien fundada; 2) una tecnología agrícola eficiente; 3) una estrategia de producción, y 4) una política gubernamental.

La investigación agrícola relevante y bien fundada logró el desarrollo de variedades de trigo que tenían las siguientes características (Cuadro No. 2): 1) una extraordinaria habilidad de adaptación; 2) un alto potencial genético de rendimiento; 3) características agronómicas deseables; 4) gran eficiencia con el uso de aplicaciones altas de fertilizantes y 5) un amplio espectro de resistencia a las enfermedades. La tecnología agrícola eficiente, incluyendo el uso de fertilizantes, permitió que estas variedades tradujeran y mostraran su potencial genético en cuanto a una alta producción. Como cualquier organismo, vegetal o animal, el potencial genético productivo tiene que ser complementado

con la disponibilidad y eficiente uso de nutrientes en las cantidades y proporciones adecuadas.

Teniendo ya lo fundamental, las variedades y la tecnología agrícola, se introdujo una planificación en las campañas de producción, la cual incluyó una política gubernamental. Esta aseguró al productor un precio adecuado por su trabajo en forma del grano, la disponibilidad de semillas, fertilizantes, insecticidas, herbicidas y maquinaria, así como el crédito justo para la agricultura para poder adquirir esta tecnología.

Los resultados fueron indudablemente halagadores, y algunos datos indican que la India aumentó su producción de trigo de 12.3×10^6 Ton en 1964-65, a 20.0 millones en 1970. En Pakistan, de 4.6 millones en 1968, a 8.4 millones en 1970.

El significado del concepto de la "Revolución Verde" ha proporcionado además de los grandes aumentos en producción, algunas lecciones que debemos aprender en Centro América. En esta región, la mayor parte de la población, sobre todo la urbana, toman por sentado la presencia de los alimentos

en el mercado, y habiendo perdido el contacto con el suelo, no piensan lo que significa producir una libra de frijol, en términos de las inversiones necesarias, la lucha, el cansancio y la frustración del agricultor antes, durante y después del proceso productivo y el de mercadeo. Esto también sucede con los planificadores, bancos, gobiernos, instituciones internacionales y otros. Por otro lado, la investigación agropecuaria en estos países no recibe ni los insumos humanos, ni los de materiales para realizar las acciones necesarias y asegurar producciones adecuadas de alimentos. Esta falta de reconocimiento al agricultor es responsable en más de lo que se pueda creer, por el abandono de la tierra y la búsqueda de una vida mejor en la ciudad.

La "Revolución Verde" también enseña que el éxito se puede lograr a través de una estrategia organizada en la cual está involucrada una decisión de los gobiernos en lograr los objetivos propuestos, algo que no sucede en lo referente a nutrición en relación a la población.

Finalmente, el resultado de las tendencias a una produc-

ción mayor conocidas como la "Revolución Verde", ha enseñado la necesidad de integrar todas estas actividades con las razones fundamentales de una mayor producción, o sea la Nutrición Humana. La "Revolución Verde" fue una revolución en la producción de los cereales, determinada por aspectos económicos principalmente. No se prestó atención al hecho de que los cereales no son los únicos alimentos, y que existen otros que son los complementos de ellos, como lo son las leguminosas de grano. Debido a los incentivos económicos que existen en esos países, la India y Pakistán, por los cereales, muchos agricultores dejaron de cultivar las leguminosas de grano, y como consecuencia se produjo una reducción en la disponibilidad de esos alimentos para la población. Eso se puede observar en la Figura 1, la cual muestra que la disponibilidad de proteína derivada de leguminosas de grano ha estado decreciendo desde los años 60. Es probable que esto se traduzca en una mayor deficiencia proteínica en la población a menos de que pronto se logre con las leguminosas lo que se ha logrado con los cereales. Esto, sin embargo, no debe de tomarse como una crítica al esfuerzo realizado, sino para indicar que las acciones deben de integrarse

hasta donde sea posible y así lograr más eficiencia en la utilización de los productos de cualquier acción individual. Es importante señalar que los países y los gobiernos que han apreciado la importancia y la nobleza de la agricultura y del agricultor, han visto muchas Revoluciones Verdes. La lección más grande que los nuestros pueden aprender es estimular esta actividad de manera semejante a la realizada en otros países, cuyo resultado será una disponibilidad adecuada de toda clase de alimentos, no solo cereales y leguminosas, sino también aquéllos que todos los privilegiados esperamos encontrar al sentarnos a la mesa, y no tener que recurrir a medidas temperamentales, no relevantes ni constructivas, para lograr el derecho de estar bien nutridos.

2. El Mejoramiento Nutricional de los Alimentos Básicos A través de la Genética

Por muchos años, numerosos laboratorios en varias regiones del mundo han venido analizando los alimentos básicos tanto por su contenido de nutrientes mayores como por otros

tales como los aminoácidos. Los resultados han demostrado una variabilidad en el contenido de nutrientes que siempre fue explicada como la resultante de los efectos del ambiente y la composición genética de la planta. Estos resultados que pasaron desapercibidos por años, fueron en realidad el inicio de una actividad que cobra más fuerza cada día. Muy importante en el desarrollo de esta actividad fue el hallazgo informado en 1964 que un gen -el Opaco-2- modificaba la distribución proteínica del grano de maíz, disminuyendo la fracción zeína y aumentando significativamente la fracción de las glutelinas y un poco el de las albúminas y globulinas,, como se muestra en la Figura 2. Por los datos que se presentan en la Figura y por el contenido de aminoácidos en cada porción, es evidente que esta distribución influyó también sobre el contenido de lisina y triptofano en el maíz con el gen Opaco-2, que hoy se conoce también como el maíz alto en lisina. La calidad de este grano ha sido evaluada en humanos, niños como adultos, con resultados excelentes que se presentan en el Cuadro No. 3 para niños. El Cuadro no muestra datos para maíz normal. Sin embargo, a esa misma ingesta la retención de nitrógeno en niños con ese maíz sería negativo o ligeramente positivo. Para el caso de los niños, el valor

biológico del maíz Opaco-2 fue de 80% contra 96% para la proteína del huevo. No hay duda alguna, por consiguiente, que el valor proteínico nutricional de este maíz genéticamente modificado es excelente.

Otros estudios en humanos también han indicado que se requieren 250 g de maíz Opaco-2 para lograr equilibrio nitrogenado y 547 g de maíz normal para hacer lo mismo. Estos datos han servido para computar los cálculos que se presentan en el Cuadro No. 4. Asumiendo que el rendimiento por hectárea es de 3000 kg para el maíz común y 2700 para el Opaco-2, y en base a lo que se requiere para alcanzar equilibrio nitrogenado, el primer maíz mantendría este equilibrio en 5484 individuos y el Opaco-2 en 10,800. Ya esto significa mayor eficiencia de utilización del Opaco-2 que del normal. Ahora bien, 547 g de maíz normal proporcionan una ingesta de 44 g de proteína/día, mientras que sólo 28 g del maíz Opaco-2, proporcionan esa misma ingesta. Usando el valor biológico determinado en humanos se observa que de los 44 g ingeridos de proteína de maíz normal, 23 se pierden en heces y orina y solo 5 g de los 28 ingeridos de proteína de

Opaco-2. Estas pérdidas convertidas en maíz, indican que 255 g de maíz normal se han perdido en comparación con sólo 55 g para el Opaco-2. Multiplicando estas cifras por el número de individuos y haciendo otros cálculos nos encontramos que la tierra sembrada con maíz normal se utiliza con una eficiencia de 53% mientras que con Opaco-2 esta eficiencia sube a 78%. Estos datos son interesantes, pero es necesario considerar que la nutrición no es sólo proteína; el aspecto calórico es más importante. En este sentido, es obvio que el cálculo para calorías favorecería al maíz normal para propósitos de equilibrio nitrogenado, y no al maíz Opaco-2. Sin embargo, un punto que debe expresarse es que la nutrición tampoco es sólo cereales, sino que implica el consumo de otros alimentos que también nuestros pueblos deben de poder adquirir incrementando su disponibilidad, incluyendo aceites y grasas y productos de origen animal. Se debe recordar que el alimento es un derecho moral del hombre, y bajo este concepto deben incluirse todos los alimentos. Aceptando esto, la deficiencia calórica debería de ser cubierta por otros alimentos y no sólo por cereales.

Los resultados con Opaco-2 han estimulado la búsqueda

de los mismos efectos en otros cereales. Hoy día ya se ha encontrado una cebada, llamada Hiproly, con alto contenido de lisina y un sorgo o maicillo alto también en lisina, aminoácido que limita la calidad de la proteína de estos cereales. Más recientemente, se han encontrado variedades de frijol hasta con 30% de proteína y con mayor contenido de aminoácidos azufrados, características éstas que son controladas por la composición genética del frijol. El resultado de todo esto será la producción de alimentos de mayor valor nutritivo que permitirán una mejor nutrición para la población del mundo.

Sin embargo, las cosas buenas no llegan fácilmente, y así como estos materiales tienen un valor proteínico superior al normal, también tienen desventajas tanto a nivel de producción como en el de procesamiento. Esto es más importante para el maíz que para los otros cereales. Estos problemas se están resolviendo y se espera que en un futuro cercano, estos granos serán cultivado corrientemente por los agricultores.

El impacto del uso de alimentos mejorados por medios genéticos no ha sido evaluado en poblaciones todavía. Existe

evidencia experimental de que el incremento en valor nutritivo es alto, como se puede observar en el Cuadro No. 5. La retención del nitrógeno en las dietas con maíz Opaco-2 o maíz normal, con agregados de lisina y triptofano, es mayor que la obtenida con dietas de maíz normal no suplementado. La dieta usada en este estudio consistió en una mezcla de 87% de maíz y 13% de frijol. Los resultados serían aún mejores si el consumo de frijol aumentara de tal manera que por cada 70 g de cereal ingerido, se consumiera 30 g de frijol, y todavía mejores si el maíz fuera Opaco-2. Esto se puede observar en los resultados de crecimiento de animales experimentales que consumen dietas con el mismo nivel de proteína, pero con diferentes proporciones de esta proteína derivada de maíz o frijol, presentados en la Figura 3.

La curva superior es la de maíz Opaco-2 y frijol, y la inferior de maíz normal y frijol. Las curvas muestran la superioridad nutricional de la mezcla maíz Opaco-2/frijol sobre la de maíz normal/frijol. Asimismo, se nota que hay unas combinaciones que dan mejores resultados que otras, y éstas son aquéllas donde el frijol aporta alrededor de 30%

de la materia seca y el maíz el 70%. Estos esfuerzos son valiosos y aumentan las esperanzas de una mayor disponibilidad de alimentos de mejor valor nutritivo.

3. La Tecnología de Alimentos y los Alimentos Nuevos

Durante los últimos años, grandes adelantos se han logrado con la creación de alimentos nuevos aplicando los resultados de las investigaciones en el área de la Ciencia y Tecnología Alimenticia. Son varios los hallazgos, todos ellos de mucho potencial para el presente y para el futuro. Como un ejemplo se presentará algo sobre las proteínas texturizadas y su uso. Para estos propósitos se discutirá brevemente lo que se está haciendo con la proteína del frijol soya en alimentos para seres humanos.

Productos de la Soya y Su Aplicación en la Alimentación

Existen varios productos de la soya que se listan en el Cuadro No. 6 y los cuales tienen un gran número de aplicaciones. Estas aplicaciones dependen de varios factores, que deben tomarse en cuenta al considerar los productos de

soya según sus propiedades funcionales. Estas son la actividad enzimática, la cantidad de proteína soluble y su contenido de fibra y carbohidratos; también el sabor, el tamaño de la partícula, la presencia o ausencia de lecitina, y su valor nutricional y económico.

Obviamente, todos los productos del Cuadro se derivan de la soya, sin embargo, el grano de soya también se usa directamente como alimento para humanos. El siguiente producto es la harina de soya, la cual se produce por medio de extracción de la semilla con solventes y diferentes tratamientos de calor, lo cual da como resultado, harinas con propiedades funcionales, y características químicas diferentes.

Algunas harinas de soya son blancas, cocidas o tostadas y otras son integrales, o sea que contienen todavía el aceite. Las harinas de soya se usan para productos de panadería, en la producción de leches de soya, en alimentos con alto contenido de proteína, y también como suplementos proteínicos de cereales.

Los gránulos de soya, que se obtienen de las hojuelas

desgrasadas, son muy parecidos a la harina de soya, con la diferencia únicamente del tamaño de la partícula, la que es más gruesa para los gránulos que para la harina. Estos productos se usan por su alta capacidad de absorción de agua y grasa, y una de sus aplicaciones reside en la preparación de tortitas de carne. Este producto es relativamente barato y da la textura deseada al producto final.

El concentrado proteínico de la soya, en contraste con la harina o los gránulos, es un producto de la soya con un contenido de 70% de proteína. Se obtiene de hojuelas desgrasadas después de remover la fracción de carbohidratos solubles. Se usa en carne molida, debido a su sabor suave y propiedades funcionales buenas. También se usa en la preparación de salchichas y otros embutidos, y en comida de bebés y de ancianos. También se usa como proteína extensiva de la leche en polvo.

Finalmente, el aislado proteínico de la soya es un producto con no menos de 90% de proteína, que se obtiene de hojuelas desgrasadas después de una extracción alcalina y de la precipitación isoeléctrica de la fracción. Este producto

tiene una gran cantidad de propiedades funcionales interesantes, las que incluyen, emulsificación, grasa ligada, absorción de grasa y agua, capacidad de adhesión, de cohesión, para espesar, suspender, estabilizar, y como espumante. Su mayor uso, hasta la fecha, es en la industria de carne, particularmente en salchichas cocidas y productos de carne molida. También se usa en productos de leche, mezclas de leche deshidratada, formulaciones para infantes, y en productos dietéticos especiales. La calidad proteínica de estos productos se presenta en el Cuadro No. 7. Esta tiende a disminuir cuando se aumenta el procesamiento, como se indica por los valores de IEP para el aislado de proteína de soya. Todos los productos responden a la adición de metionina, sin embargo, el procesamiento tiende a dañar o a alterar la proteína, como lo demuestra el hecho de que la adición de metionina al aislado no aumentó la calidad proteínica, como en el caso de la harina de soya o el concentrado proteínico.

Los aislados proteínicos de la soya se dispersan fácilmente en soluciones alcalinas. Estas suspensiones dan origen,

cuando se procesan a través de equipos especiales, a fibras que procesadas aún más, dan origen a productos similares a diferentes clases de carnes. La Figura No. 4 presenta la apariencia de algunos de estos productos. Finalmente, cuando la harina de soya se somete a un proceso de extrusión termoplástica, se producen productos de soya llamados "Productos Texturizados", que tienen varias aplicaciones. Esta breve descripción indica que la soya está ya haciendo una contribución significativa en la preparación de alimentos para humanos y que se espera una aplicación mayor y más variada para el futuro. La calidad de algunos de estos productos ha sido estudiada en seres humanos y un ejemplo se resume en el Cuadro No. 8. En este caso, la retención de nitrógeno del producto de la soya es similar al obtenido con proteína de leche. Estos productos contienen además de la proteína de la soya, albúmina de huevo, gluten de trigo, varios otros nutrientes, y sabores semejantes a los de carne. Siendo productos sintéticos, su calidad proteínica puede ser igual a la de los productos verdaderos. Vale indicar que en ciertos países de Centro América, la carne molida - en algunos restaurantes - lleva ya de 15 a 20% de proteína texturizada de

CUADRO No. 1

ACTIVIDADES QUE CONTRIBUYERON AL INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS EN LA REVOLUCION VERDE

- 1. Investigación agrícola relevante y bien fundada**
 - 2. Tecnología agrícola eficiente**
 - 3. Estrategia en la producción**
 - 4. Política gubernamental**
-

CUADRO No. 2

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE VARIEDADES DE TRIGO Y OTROS CEREALES LOGRADAS A TRAVES DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

- 1. Extraordinaria habilidad de adaptación**
 - 2. Alto potencial genético de rendimiento**
 - 3. Características agronómicas deseables**
 - 4. Gran eficiencia en el uso de altas aplicaciones de fertilizantes**
 - 5. Amplio espectro de resistencia a las enfermedades**
-

CUADRO No. 3

RESUMEN DE BALANCE DE NITROGENO DE NIÑOS ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRAL
O CON MAIZ OPACO-2

Tratamiento	Nitrógeno						
	Ingerido	Fecal	Orina	Absorbido	Retenido	Absorbido	Retenido
	mg/kg/día					% ingesta	
Leche	187	31	88	156	68	83.4	36.4
Opaco-2	238	68	108	170	62	71.4	26.0
Leche	190	34	108	156	48	82.1	25.3

CUADRO No. 4

**EFICIENCIA DE UTILIZACION DE LA PROTEINA EN EL MAIZ NORMAL
Y OPACO-2**

	Normal	Opaco-2
Ingesta de maíz necesaria para estar en equilibrio nitrogenado, g/día	547	250
Rendimiento de maíz, kg/ha	3000	2700
No. de individuos en equilibrio nitrogenado en 1 ha de maíz	5484	10800

Ingesta de proteína, g/día	44	28
Valor biológico, %	46.5	82
Proteína retenida, g para estar en equilibrio	21	23
Proteína perdida, g (heces + orina)	23	5

Maíz equivalente a proteína perdida, g	255	55
Total maíz x número de individuos, kg	1398	594
Ha de tierra	0.47	0.22

CUADRO No. 5

BALANCE DE NITROGENO DE PERROS JOVENES ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAIZ Y
FRIJOL, CON Y SIN SUPLEMENTOS*

Dieta basal	Nitrógeno						
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido	Absorción	Retención
	mg/kg/día				% ingerido		
Con maíz común	582	219	253	363	110	62.4	18.9
Con maíz común + Lis + Trip	528	201	153	327	174	61.9	32.9
Con maíz común	451	182	179	269	90	59.6	18.9
Con maíz Opaco-2	498	201	126	297	171	59.6	34.3

* Promedio de 5 perros que recibieron una ingesta de 4.0 g de proteína/kg de peso corporal/día.

CUADRO No. 7

CALIDAD PROTEINICA DE PRODUCTOS DE PROTEINA DE SOYA

Producto	Indice de Eficiencia Prot.	
	Sin Metionina	Con Metionina
Harina de soya (desgrasada)	2.16-2.48	2.47
Concentrado proteínico de soya	2.02-2.48	3.09-3.24*
Aislado proteínico de soya	1.08-2.11	2.11-2.45**

* 1.0% DL-Metionina.

** 1.5% DL-Metionina.

CUADRO No. 8

BALANCE DE NITROGENO DE NIÑOS ALIMENTADOS CON LECHE Y SOYA SIMULANDO CARNE MOLIDA

Fuente de proteína	Nitrógeno						Absorción % ingerido	Retención
	Ingerido	Fecal	Orina	Absorbido	Retenido			
	mg/kg/día							
Leche	342	52	210	290	80	84.8	23.4	
Soya-carne molida simulada	312	46	183	266	82	85.2	26.6	

Bressani y colaboradores. J. Nut. 93:349, 1967.

DISPONIBILIDAD POR PERSONA DE PROTEINA TOTAL Y DE LEGUMINOSAS DE GRANO EN LA INDIA

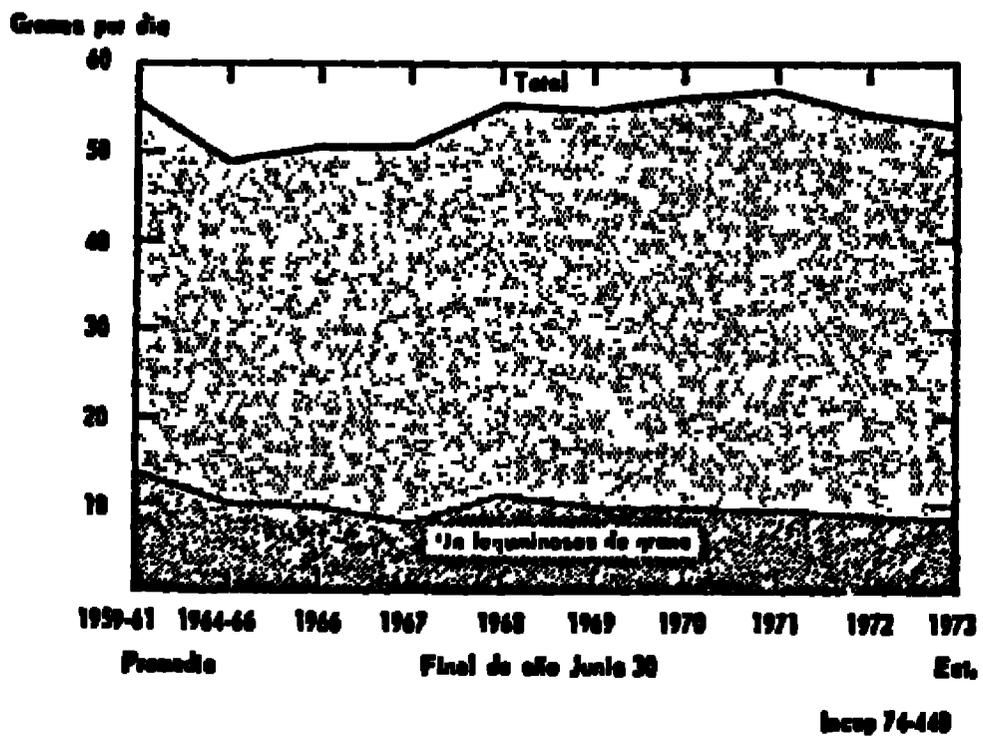
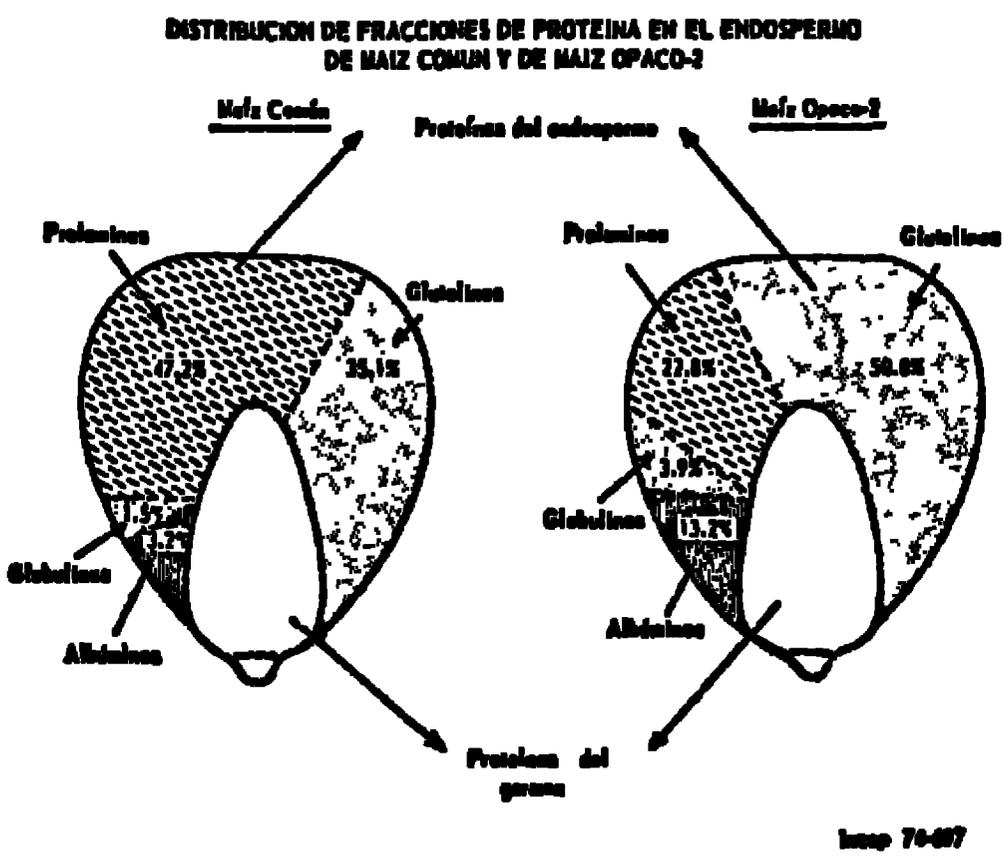


FIGURA No. 1



Incap 76-67

FIGURA No. 2

AUMENTOS EN PESO DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE DIFERENTES COMBINACIONES DE MAIZ Y FRIJOL

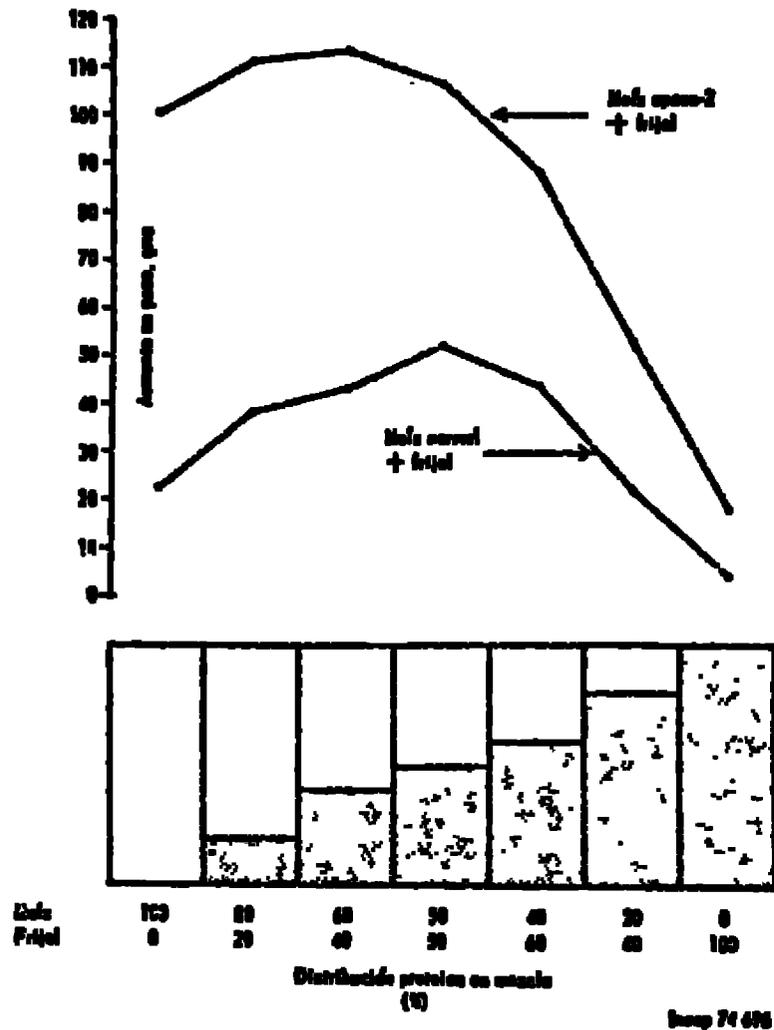
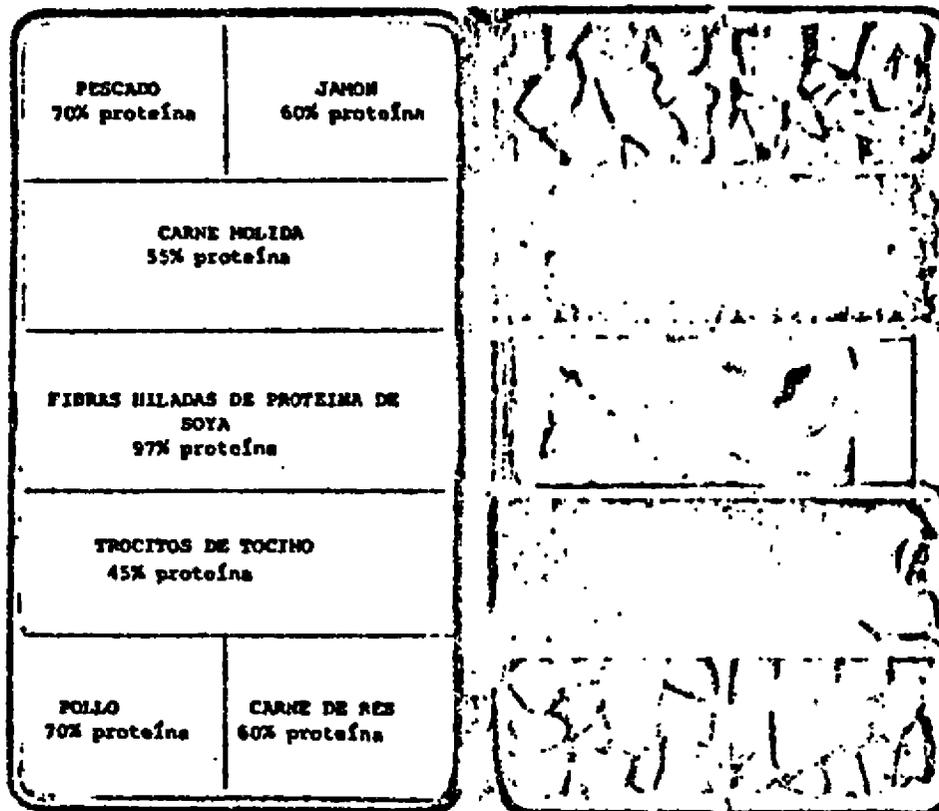


FIGURA No. 3



FOTOGRAFIA No. 1