

Carlos Casas Campillo

EL PROBLEMA  
DE LAS PROTEÍNAS  
ALIMENTICIAS  
Y SUS PERSPECTIVAS  
DISCURSO DE INGRESO

PRESENTACIÓN  
Jesús Romo Armería



EL PROBLEMA DE LAS PROTEÍNAS ALIMENTICIAS  
Y SUS PERSPECTIVAS





Dr. Carlos Casas Campillo  
(1916-1994)

Carlos Casas Campillo

EL PROBLEMA  
DE LAS PROTEÍNAS  
ALIMENTICIAS  
Y SUS PERSPECTIVAS

DISCURSO DE INGRESO  
(17 DE FEBRERO DE 1975)

PRESENTACIÓN  
Jesús Romo Armería



Coordinación editorial: Rosa Campos de la Rosa

Primera edición: 2013

D. R. © 2013, EL COLEGIO NACIONAL

Luis González Obregón núm. 23

Centro Histórico C. P. 06020, México, D. F.

Teléfonos: 5789.4330 • 5702.1878 Fax: 5702.1779

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Correo electrónico: [contacto@colegionacional.org.mx](mailto:contacto@colegionacional.org.mx)

[colnal@mx.inter.net](mailto:colnal@mx.inter.net)

Página: <http://www.colegionacional.org.mx>

PRESENTACIÓN  
POR EL SEÑOR JESÚS ROMO ARMERÍA

**S**e me ha conferido la honrosa distinción de dar la bienvenida, al iniciar su primera conferencia como miembro de El Colegio Nacional, a nuestro nuevo colega el doctor Carlos Casas Campillo. Es muy grato para mí cumplir esta comisión, considerando la antigua amistad y las relaciones profesionales que me han permitido seguir de cerca el desarrollo de sus sobresalientes actividades científicas.

La iniciación de la labor de quien por vocación se siente llamado a la investigación, se lleva a cabo ordinariamente en situación precaria, particularmente en ausencia de una tradición, cuando los recursos materiales son escasos y los objetivos aún no se han definido plenamente. Superando estas condiciones adversas, Casas Campillo comienza a trabajar en diferentes temas de microbiología, orientándose con visión certera hacia asuntos relacionados con la agricultura. Este campo prometedor lo continúa desarrollando a lo largo de su carrera científica,



dando lugar a un gran conjunto de investigación sistemática en la que estudia y resuelve problemas de interés nacional.

En la década de los años 50 aborda un campo de investigación que se hallaba en evolución muy activa; las transformaciones de esteroides por medio de microorganismos. La industria esteroideal mexicana se había desarrollado con rapidez, ocupando el primer lugar en el mundo, y efectuaba una investigación muy intensa en el campo de la química y de la biología. En esa época las bioconversiones de esteroides revolucionaron la producción de hormonas, conduciendo a la industria a la obtención masiva de sustancias con actividad farmacológica muy potente, incluyendo numerosos productos con estructuras nuevas. Casas Campillo se incorpora a estas investigaciones, estudiando las transformaciones efectuadas en los esteroides por diferentes microorganismos, seleccionando las condiciones de operación y evaluando los rendimientos producidos. En aquella época comentaba yo con Casas Campillo, que los químicos no podíamos evitar un sentimiento de frustración al no poder competir en los rendimientos y en la rapidez con la que efectuaban las transformaciones los microorganismos. Los trabajos de bioconversiones de esteroides iniciados en la

industria los continúa desarrollando en instituciones académicas. Numerosos artículos publicados en diferentes revistas nacionales y extranjeras dan cuenta de los resultados obtenidos en estos trabajos.

Las necesidades crecientes de alimentos han impulsado la investigación sobre nuevas fuentes de proteínas y éstas se han hallado en los organismos unicelulares y en las plantas. Los estudios en este campo han avanzado tan rápidamente que ya se aprovechan en la producción industrial. En esta especialidad, Carlos Casas Campillo ha contribuido copiosamente. En sus trabajos ha utilizado una gran variedad de microorganismos y diferentes substratos, incluyendo hidrocarburos procedentes de fracciones obtenidas de la destilación del petróleo, melazas residuales de la industria azucarera o subproductos de la agricultura, obteniendo resultados de gran interés y con aplicaciones en grande escala.

Esta intensa actividad en la investigación que ha mantenido constantemente durante largos años y que tan brevemente he resumido, la ha ligado con la enseñanza en la cátedra y en el laboratorio, llegando a crear una escuela que ahora también mantienen y ensanchan sus alumnos.

El doctor Carlos Casas Campillo ha presentado en numerosos congresos los resultados de sus trabajos y ha recibido diversas preseas en reconocimiento a su labor.

# EL PROBLEMA DE LAS PROTEÍNAS ALIMENTICIAS Y SUS PERSPECTIVAS.

- Primera conferencia del curso inaugural sobre "Proteínas de origen unicelular", como miembro de El Colegio Nacional, dictada el 17 de febrero de 1975.



Uno de los problemas que actualmente confronta la humanidad, es la marcada limitación de alimentos que ha conducido, en la última década, a incrementar los niveles de desnutrición en algunas zonas geográficas, y en otras, a una franca carencia de los más elementales medios de alimentación. En publicaciones que cubren esta década, se incluyen informaciones globales que hacen notar la magnitud del problema (Autret, 1961-1970; Mudd 1964; Borgstrom, 1965; Whipple, 1965; Brown, 1966; Carter, 1966; Pirie, 1970) que ha sido motivo de análisis cuidadoso por los especialistas en la materia, en diversas reuniones nacionales e internacionales, siendo los más recientes el Seminario Internacional sobre la Alimentación y el Problema Proteico en la América Latina que tuvo lugar en Roma, 1973, y la Conferencia Mundial de la Alimentación, auspiciada por las Naciones Unidas celebrada también en Roma, 1974. Se ha calculado que en el presente,

la población mundial alcanza la cifra de 4000 millones y que considerando la actual tasa de incremento de la población (1.2-1.4% en los países industrializados; 2.5 en los países del Tercer Mundo; 3.4% en México), la población alcanzaría en 25 años la cifra de 8000 millones. De esta población, 5000 millones se encontrarán en los países que en el presente se consideran en vías de desarrollo. Esta situación obviamente traerá como consecuencia mayores problemas en la producción de alimentos. Estudios llevados a efecto por la FAO de las Naciones Unidas, estiman que la demanda, producción y balances globales de alimentos, calculados para el período 1975-1980 en los países en desarrollo alcanzarán las cifras que se presentan en la Tabla 1. Puede observarse que el balance, en todos los renglones incluidos es deficitario. Si se considera la disponibilidad de alimentos energéticos y los requerimientos diarios *per cápita* en las diversas regiones del mundo, se ha llegado a las estimaciones que se encuentran en la Tabla 2 (Autret, 1970); en relación con las proteínas, los estimados están hechos en base a las proteínas disponibles localmente y las cifras expresan el requerimiento promedio, con un veinte por ciento de exceso; de esta manera quedarían cubiertos los requerimientos del 97.5 por cien-

to de la población. Dentro de este contexto, ha sido notorio en los últimos años el interés, a nivel mundial, del problema de la alimentación proteica (producción, distribución y disponibilidad). Estadísticas, también aportadas por la FAO, indican que aproximadamente el cincuenta por ciento de la población infantil del mundo, no recibe una adecuada nutrición proteica y se calcula que las deficiencias globales de alimentos proteicos alcanzarán, en la década de los ochenta, la cifra de 20 millones de toneladas. (La deficiencia proteica es más marcada en los países en vías de desarrollo). Se ha establecido que la cantidad mínima de proteínas requerida por el hombre adulto es de 70 g/día, debiendo corresponder 20 g a proteína de origen animal o de un producto de contenido similar de aminoácidos esenciales. En la Tabla 3 se encuentran condensadas las cifras del abasto de proteínas y calorías en diversas regiones del mundo.

En la Tabla 4 se muestran datos acerca de los déficits económico y nutricional de proteínas en algunos países de África. El déficit económico se refiere a la diferencia entre la demanda y la disponibilidad y el déficit nutricional expresa la diferencia entre requerimientos y disponibilidad. Es notorio de estas informaciones que el abasto proteínico es francamente deficiente en



la mayor parte de los países de África, situación que también priva en otras naciones del Tercer Mundo. Como consecuencia de esta deficiencia proteica, la mortalidad infantil alcanza cifras elevadas en algunos países y puede conducir a alteraciones mentales en los niños y en el adulto a una elevada tasa de las enfermedades parasitarias y baja productividad en el trabajo manual o intelectual. Esta situación se refleja en un pobre desarrollo social y económico de las comunidades.

Con respecto a la República Mexicana, se estima que la población actual alcanza la cifra de 50 millones de habitantes y que rebasará los 70 millones en 1980, si se conserva la tasa de crecimiento anual de 3.4%. Considerando este incremento no se cree factible que el cultivo de la tierra y la producción animal proporcionen todos los alimentos de naturaleza proteica requeridos. En informaciones derivadas de estudios llevados a efecto en el Instituto Nacional de Nutrición (Ramírez Hemández y col. 1972), se llegó a la conclusión de que la disponibilidad de alimentos (calorías y proteínas) en base a las dietas más frecuentemente utilizadas hacia el año de 1969, alcanzaron las cifras que se encuentran reunidas en la Tabla 5. No se encontraron diferencias muy notables en relación con

las recomendaciones de la FAO, como se aprecia en la Tabla 6. El consumo diario de proteínas por persona, resultó ser apropiado en las áreas urbanas, no así en las zonas rurales, como se deduce de los datos incluidos en la Tabla 7. En base a estudios más recientes llevados a efecto por la Dirección de Estudios sobre Proyecciones Agrícolas del Banco de México (Rodríguez Cisneros, 1974), la ingestión media diaria de proteínas a nivel nacional excede en un 11% del mínimo recomendado, tanto en la población agrícola como en la urbana. No obstante, normalmente la alimentación proteínica, contiene exceso de proteínas vegetales (cereales), siendo francamente deficitaria en proteínas de origen animal; fue más notable esta deficiencia en el sector rural. La influencia del nivel de ingreso es evidente; la población de estratos de ingreso más bajo apenas llega a demandar un 10% del mínimo de proteínas de origen pecuario recomendado. El estudio concluye que el 82 por ciento de la población de México no alcanza a consumir el mínimo de proteínas de buena calidad nutricional. El porcentaje es mucho más elevado en zonas específicas de la República Mexicana. Es obvio que el problema de la alimentación es esencialmente de carácter socioeconómico y de orden cuantitativo. Los alimentos de naturaleza

proteica, especialmente aquellos de origen animal, se producen en forma más limitada que los alimentos energéticos y su costo y distribución están gobernados por múltiples factores. La disponibilidad y costo se ha hecho más crítica en algunas regiones, durante los últimos años, debido a fenómenos naturales fortuitos, tales como las prolongadas sequías, inundaciones, heladas, etc. (Informe No. 98, Servicio de Investigación Económica, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

La demanda y consumo actual dependen esencialmente del costo de estos materiales alimenticios. En las Tablas 8 y 9 se presentan datos comparativos del costo relativo de algunas proteínas en los mercados internacionales. Es obvio que en las poblaciones de bajo ingreso, las proteínas consumidas serán aquellas de los cereales y las legumbres; los cereales proporcionan hasta 70% o más, de la dieta en países en vías de desarrollo como es el caso de México. El consumo de las proteínas de origen pecuario está condicionado a poblaciones de mayor ingreso. Después de la Segunda Guerra Mundial, algunos países como Japón, que tradicionalmente consumían productos de la soya, al incrementarse el ingreso de la población, cambiaron sus hábitos hacia un mayor consumo de proteína

animal. La demanda de alimentos proteínicos puede cambiarse mediante acciones gubernamentales de subsidio, tal como ha acontecido en México con la leche, soya etc. Sin embargo, la demanda de proteínas animales será mucho mayor en los países de ingresos elevados que en los países en vías de desarrollo y es una idea generalizada que la diferencia alimentaria seguirá ampliándose. A esto habría que agregar que la disponibilidad de alimentos proteínicos se ve afectada en gran medida por las transacciones comerciales que están orientadas por los mercados internacionales. Por necesidades económicas, los países en desarrollo se ven obligados a exportar parte de su producción, lo cual es más remunerativo y permite obtener divisas. Esto conlleva a situaciones incongruentes desde el punto de vista de la alimentación humana, tales como la exportación de ganado o carne de zonas en las que grandes sectores de la población consumen dietas de bajo contenido proteínico o bien a exportaciones de cereales en países cuya alimentación está esencialmente sustentada en estos productos. En adición, se ha calculado que los países en desarrollo exportan más de 3 millones de toneladas de productos agrícolas (no cereales) y productos del mar que potencialmente podrían emplearse como alimentos

proteínicos (Abbott, 1972). Habría también que considerar que para la producción de proteína animal se utilizan volúmenes significativos de proteínas de origen vegetal, limitándose de esta manera la disponibilidad para uso humano.

En evaluaciones recientes que aparecen condensadas en la Tabla 10 (Autret, 1972), se han establecido los índices de requerimientos de proteínas para el año de 1985, en diversas regiones del mundo, tomándose el año de 1965 con índice 100. Estos estimados no hacen, empero, referencia a la calidad nutricional de las proteínas.

En relación a la situación actual acerca del abasto disponible de alimentos proteínicos para uso humano en México, ésta es francamente deficiataria tanto en el renglón agrícola, como en el pecuario. En el año de 1974 las importaciones de cereales y frijol rebasaron la cifra de dos millones de toneladas (Tabla 11). En algunos sectores la deficiencia no es sólo proteínica sino también calórica. Informes recientes del Instituto Nacional de la Nutrición, revelaron que en algunos medios rurales el consumo de calorías ha disminuido en un 20 por ciento o más (*Excelsior*, Feb. 7, 1975).

Las estrategias que se han venido estableciendo para incrementar la producción de ali-

meneos, son múltiples y consideran los siguientes apartados:

1. Aumento de la productividad sin incremento de áreas de cultivo
2. apertura de nuevas tierras de cultivo
3. incremento de la producción animal
4. explotación del mar
5. fuentes no convencionales de proteínas.

Antes de examinar qué posibilidades ofrecen algunas de estas estrategias, es necesario hacer notar que en general se opina que las prácticas agropecuarias convencionales habrán de persistir mejoradas a través de los adelantos de la Ciencia y la Tecnología, con el fin de abastecer en el futuro cercano la mayor parte de los alimentos energéticos y buena parte de los alimentos proteicos, pero también se afirma que el déficit en los requerimientos de proteínas tendrá que ser cubierto mediante procedimientos multilaterales de producción, algunos de ellos no ortodoxos. Se ha afirmado (Hudson, 1972) que durante la próxima década se pondrán de manifiesto tendencias hacia la producción y adaptación de las proteínas convencionales que se utilizan en la alimentación humana; hacia la utilización por el hombre de algunas proteínas

consideradas normalmente como alimento para animales y hacia el desarrollo de fuentes nuevas de proteínas, inicialmente para consumo animal y más tarde para uso humano.

### *Fuentes convencionales de proteínas*

Particular énfasis se ha puesto en las últimas décadas, en elevar la productividad agrícola mediante la utilización de tecnologías que emplean semillas seleccionadas a través de procedimientos genéticos, variedades nuevas o "semillas milagrosas" que rinden mayor producción que las semillas tradicionalmente empleadas. Especial interés se ha centrado en la producción de cereales, alimentos básicos que proporcionaban no sólo los requerimientos calóricos, sino también aportes significativos de proteínas, en extensas zonas del mundo. Los cereales constituyen el principal alimento en los países del Tercer Mundo y aportan actualmente y continuarán aportando de un treinta a un cincuenta por ciento de las proteínas alimenticias. Las nuevas tecnologías agrícolas diseñadas para incrementar la producción de alimentos, tuvieron en su primera fase un éxito espectacular, especialmente cuando fueron introducidas en la India

y Paquistán en el año de 1967 (Randhawa y col. 1974). Pero a partir de estos primeros logros y sobre todo después del declive de la producción al iniciarse la década de los años setenta, la Revolución Verde ha venido confrontando con serios problemas de orden técnico y ha sido objeto de acerbos críticas. Una de las principales limitaciones de la Revolución Verde es que, aunque teóricamente las tecnologías pueden ser aplicadas en diversas circunstancias, en la práctica esto no ha resultado cierto. Un factor importante de las nuevas tecnologías, es la semilla. Las variedades tradicionales de trigo o arroz no utilizan eficientemente los fertilizantes y esto trae como consecuencia que las plantas se desarrollen con tallas exageradas. Las semillas mejoradas, de alta producción, contienen genes que le dan a la planta una talla menor y que responde mejor a los fertilizantes, incrementándose la producción de semilla. Otras características genéticas están relacionadas a la resistencia hacia ciertas plagas, aun cuando es condición indispensable la aplicación de plaguicidas, y también guardan relación con la independencia de la longitud del día y un período menor de maduración. Además de estas características, las semillas mejoradas responden mejor a la irrigación controlada, lo cual requiere que se establezcan sistemas pre-



cisos de irrigación; estas cosechas no pueden depender del agua de lluvia. Todo lo anterior indica, en otras palabras, que el éxito de las nuevas tecnologías no dependerá solamente de la obtención de las variedades mejoradas de semillas, sino que requieren de fuertes insumos económicos para la adquisición de fertilizantes, plaguicidas y proporcionar adecuada irrigación y mecanización. Si estas condiciones no se cumplen, no es posible lograr las cosechas milagrosas. Ésta ha sido la principal razón para que el impacto de la Revolución Verde haya sido, hasta ahora, muy variable en las diversas regiones en que fue introducida. Aun en los países en que inicialmente se tuvo cierto éxito, en los años recientes, a partir de 1972, los rendimientos tienden a declinar notoriamente. Desde el punto de vista técnico han surgido algunas críticas, la mayor parte de ellas bien fundamentadas (Wade, 1974a, 1974b, 1974c). Uno de los aspectos técnicos de mayor consideración es que las semillas mejoradas son variedades que, desde el punto de vista genético, presentan mayor homogeneidad que las variedades nativas tradicionales. Por esta razón son más vulnerables al ataque de plagas o enfermedades. Según la opinión de un comité especializado de la Academia Nacional de Ciencias (E.U.A.), los trigos semi-enanos

desarrollados en México, representan el extremo del potencial de vulnerabilidad genética. La posibilidad de que el gene que confiere a los trigos mejorados el carácter de enanismo, se encuentre ligado a un gene que le confiere susceptibilidad a algún agente patógeno. ha sido mencionada en la literatura. y se hace referencia al caso de la marchitez del maíz que destruyó en los Estados Unidos de Norteamérica la quinta parte de la cosecha de ese cereal en 1970. Esta situación fue causada por una articulación genética de esta naturaleza. Las variedades mejoradas. derivadas de la Revolución Verde, son por lo general más vulnerables a las plagas que las variedades tradicionales. Bajo determinadas condiciones ambientales las nuevas variedades pueden llegar a ser susceptibles a las enfermedades o al ataque de insectos; en este aspecto las variedades nativas desarrolladas y aclimatadas a través del tiempo. tienen mejores posibilidades de sobrevivir. En algunos cereales como es el caso del arroz, ha sido posible introducir genes de resistencia a algunas enfermedades. pero *es* un hecho establecido que el desarrollo de resistencia a los agentes patógenos en las plantas, frecuentemente ocasiona el surgimiento de variantes del agente patógeno con aptitud para causar enfermedad en las plantas resistentes. Se

ha calculado que las variedades de trigo que se cultivan en el Noroeste de los Estados Unidos tienen un límite de vida, en base a su resistencia, de aproximadamente cinco años. Desde el punto de vista de la calidad nutricional de las cosechas derivadas de semillas mejoradas, existen definidas indicaciones de que no es superior a la de las cosechas derivadas de semillas nativas. En términos de aporte a la dieta proteínica, el incremento de las áreas de producción para las variedades mejoradas de cereales, ha originado una definida tendencia a desplazar cosechas de mayor valor nutricional, tales como las legumbres (chícharos, frijol y lenteja). En base a la producción de proteínas, el incremento de las cosechas obtenido con las variedades mejoradas, queda nulificado por el hecho de contener aproximadamente la mitad de proteínas que las legumbres, siendo las proteínas de los cereales de menor calidad nutricional. No obstante, es conveniente hacer notar que los progresos derivados de la genética, señalan la posibilidad de incrementar el contenido proteico de algunos cereales y aun de modificar favorablemente el balance de aminoácidos esenciales. Así (Murphy, 1968) ha informado acerca de la obtención de híbridos de avena (tetraploides) que contienen entre 20-30 por ciento de proteínas y otros

estudios (Johnson, 1968) han permitido lograr cruza de sorgo que contienen entre 18 y 26 por ciento de proteínas. Los estudios llevados a efecto en los últimos años con maíz, señalan que es factible obtener híbridos con elevado contenido del aminoácido esencial lisina (maíz opaco 2), y observaciones similares se hicieron recientemente con el sorgo en la Universidad de Purdue. Los estudios con los Triticales (híbridos de trigo y centeno), señalan también esta posibilidad (Hulse y Laining, 1974). Una de las metas más importantes que actualmente pretenden alcanzar los estudios de hibridación para obtener variedades mejoradas, es justamente incrementar el contenido proteico y mejorar la calidad nutricional de la proteína. Sin embargo, es evidente que hasta ahora la Revolución Verde no ha conducido a mejoras notables en la dieta proteica promedio.

No solamente desde el punto de vista técnico la Revolución Verde ha sido cuestionada, sino también con respecto a sus implicaciones sociales y económicas. Algunos de sus más feroces críticos (W. C. Paddock) han expresado con dejo irónico que la Revolución Verde lo es solamente porque se le ha visto a través de vidrios de ese color, y Marvin Harris, antropólogo de la Universidad de Columbia, es de la opinión

de que la Revolución Verde neutralizó todos los esfuerzos de la reforma agraria en Filipinas (Cloud, 1973). Las modernas tecnologías agrícolas trajeron como consecuencia la desaparición del pequeño agricultor, que fue reemplazado por eficientes mecanismos comerciales, con marcada dependencia de insumos de la industria y de los mercados mundiales. En vista de que únicamente los grandes propietarios tienen acceso a los créditos y a la ayuda técnica, las nuevas tecnologías agrícolas, lejos de aminorar las tensiones sociales en el ámbito rural, tuvieron marcada tendencia a agudizarlas. La mayor parte de los especialistas que han hecho una evaluación crítica al respecto, coinciden en que las tecnologías de la Revolución Verde han beneficiado más a los agricultores ricos, una situación que se juzga inevitable si no se establece un sistema de créditos, precios y asistencia técnica que sea favorable para los agricultores en pequeño (Wacle, 1974a, 1974b, 1974c). No obstante, la actual crisis de energéticos (Pimentel y col. 1973, 1975), que ha elevado considerablemente los precios de los fertilizantes, combustibles, plaguicidas y maquinaria, elementos todos en los cuales se sustenta la nueva tecnología, hace afirmar a los economistas que es difícil que los países en vías de desarrollo cuenten con los in-

sumos económicos para producir o importar los alimentos que habrán de requerirse en los años por venir. Aun los creadores de la Revolución Verde se muestran menos optimistas y reconocen que las limitaciones de alimentos serán tan severas al final de la presente década que pueden causar inestabilidades políticas en los países en desarrollo (Wade, 1974a). La Revolución Verde continúa confinada en la producción de trigo y arroz, y por el hecho de depender de tierras irrigadas se ha concentrado en áreas bien definidas de la India y Paquistán (81 por ciento de las siembras de trigo), y Filipinas, Indonesia, India y Bangladesh en el caso de las siembras de arroz (83 por ciento). En México, más del 90 por ciento de la tierra apta para el cultivo de trigo, se siembra con variedades mejoradas. Este dato es significativo si consideramos que el alimento popular en el país es justamente el maíz. Además de estas consideraciones es conveniente mencionar, como ha sido remarcado por Newman y Pickett (1974), que a pesar del progreso tecnológico y las grandes esperanzas puestas en la Revolución Verde, las cosechas se encuentran todavía a merced de los cambios climáticos. Las sequías prolongadas en diversas regiones del mundo y las inundaciones han causado verdaderos desastres en la producción

agropecuaria durante los últimos años. Muy especialmente cabe hacer notar la acción devastadora de las cosechas de arroz en la India y Bangladesh. Aun en países como los Estados Unidos de Norteamérica, las cosechas de maíz y soya han disminuido debido a cambios meteorológicos. En México hemos tenido el año pasado situaciones similares que afectaron notablemente la producción de cosechas.

Sin dejar de reconocer los aportes y avances derivados de una agricultura altamente tecnificada, existe un consenso de que es necesario explorar nuevos rubros de producción de alimentos y prever otros enfoques en la investigación agrícola, fundamentados en consideraciones de orden ecológico. El éxito de estos enfoques va a depender del conocimiento correcto del medio ambiente. En los países en vías de desarrollo, determinados ecosistemas ofrecen posibilidades para el desarrollo agrícola. En nuestro medio, el trópico y el sub trópico y las zonas áridas y semiáridas ameritan seria consideración. Se sabe que existen aproximadamente 80 000 especies de plantas potencialmente comestibles, de las cuales solamente cincuenta son cultivadas en gran escala. Esto indica que el medio ofrece un amplio margen de exploración. que requiere de la actitud inquisitiva de los investigadores en

de que la Revolución Verde neutralizó todos los esfuerzos de la reforma agraria en Filipinas (Cloud, 1973). Las modernas tecnologías agrícolas trajeron como consecuencia la desaparición del pequeño agricultor, que fue reemplazado por eficientes mecanismos comerciales, con marcada dependencia de insumos de la industria y de los mercados mundiales. En vista de que únicamente los grandes propietarios tienen acceso a los créditos y a la ayuda técnica, las nuevas tecnologías agrícolas, lejos de aminorar las tensiones sociales en el ámbito rural, tuvieron marcada tendencia a agudizarlas. La mayor parte de los especialistas que han hecho una evaluación crítica al respecto, coinciden en que las tecnologías de la Revolución Verde han beneficiado más a los agricultores ricos, una situación que se juzga inevitable si no se establece un sistema de créditos, precios y asistencia técnica que sea favorable para los agricultores en pequeño (Wacle, 1974a, 1974b, 1974c). No obstante, la actual crisis de energéticos (Pimentel y col. 1973, 1975), que ha elevado considerablemente los precios de los fertilizantes, combustibles, plaguicidas y maquinaria, elementos todos en los cuales se sustenta la nueva tecnología, hace afirmar a los economistas que es difícil que los países en vías de desarrollo cuenten con los in-



sumos económicos para producir o importar los alimentos que habrán de requerirse en los años por venir. Aun los creadores de la Revolución Verde se muestran menos optimistas y reconocen que las limitaciones de alimentos serán tan severas al final de la presente década que pueden causar inestabilidades políticas en los países en desarrollo (Wade, 1974a). La Revolución Verde continúa confinada en la producción de trigo y arroz, y por el hecho de depender de tierras irrigadas se ha concentrado en áreas bien definidas de la India y Paquistán (81 por ciento de las siembras de trigo), y Filipinas, Indonesia, India y Bangladesh en el caso de las siembras de arroz (83 por ciento). En México, más del 90 por ciento de la tierra apta para el cultivo de trigo, se siembra con variedades mejoradas. Este dato es significativo si consideramos que el alimento popular en el país es justamente el maíz. Además de estas consideraciones es conveniente mencionar, como ha sido remarcado por Newman y Pickett (1974), que a pesar del progreso tecnológico y las grandes esperanzas puestas en la Revolución Verde, las cosechas se encuentran todavía a merced de los cambios climáticos. Las sequías prolongadas en diversas regiones del mundo y las inundaciones han causado verdaderos desastres en la producción

agropecuaria durante los últimos años. Muy especialmente cabe hacer notar la acción devastadora de las cosechas de arroz en la India y Bangladesh. Aun en países como los Estados Unidos de Norteamérica, las cosechas de maíz y soya han disminuido debido a cambios meteorológicos. En México hemos tenido el año pasado situaciones similares que afectaron notablemente la producción de cosechas.

Sin dejar de reconocer los aportes y avances derivados de una agricultura altamente tecnificada, existe un consenso de que es necesario explorar nuevos rubros de producción de alimentos y prever otros enfoques en la investigación agrícola, fundamentados en consideraciones de orden ecológico. El éxito de estos enfoques va a depender del conocimiento correcto del medio ambiente. En los países en vías de desarrollo, determinados ecosistemas ofrecen posibilidades para el desarrollo agrícola. En nuestro medio, el trópico y el sub trópico y las zonas áridas y semiáridas ameritan seria consideración. Se sabe que existen aproximadamente 80 000 especies de plantas potencialmente comestibles, de las cuales solamente cincuenta son cultivadas en gran escala. Esto indica que el medio ofrece un amplio margen de exploración. que requiere de la actitud inquisitiva de los investigadores en

ciencias agrícolas. De los productos empleados convencionalmente en la alimentación proteica. los productos de origen animal representan un aporte de primera importancia, particularmente por la calidad nutricional de las proteínas, que contienen todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana. Estos productos forman la parte esencial de la dieta en los países industrializados. Sin embargo. la producción de carne implica el empleo de forrajes o alimentos balanceados de diversa naturaleza. y el proceso de conversión de estos materiales agrícolas a proteína animal es definitivamente ineficiente. Se calcula que se requieren de 5 a 10 kilogramos de cereales para producir un kilogramo de carne, y que en términos de energía. la equivalente para alimentar de 13 000 a 15 000 millones de habitantes, está siendo utilizada en la alimentación animal. La misma cantidad de alimento que es ingerido por 210 millones de norteamericanos. serviría para alimentar 1 500 millones de chinos, con una dieta promedio en China. Esta situación se hace cada vez más crítica. y particularmente en los países en vías de desarrollo. se buscan nuevas alternativas en la alimentación animal en tal forma que se liberen los fuertes volúmenes de cereales que en la actualidad se desvían de la alimentación humana para satis-

facilitar el consumo de carne. La utilización de forrajes de alto contenido de fibra y residuos agrícolas o industriales se ha venido explorando en los últimos años.

### *Fuentes no convencionales de proteínas*

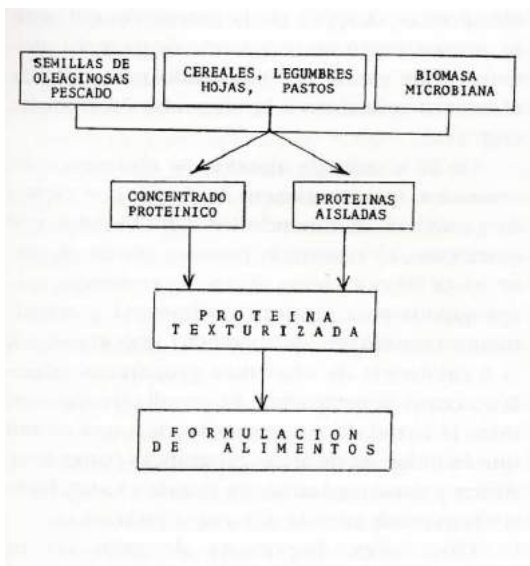
Las fuentes no convencionales que han estado bajo consideración durante los últimos años se encuentran agrupadas en la Tabla 12. Ocupan un lugar prominente las semillas de plantas oleaginosas, especialmente las semillas de soya, cacahuate y semilla de algodón. Más recientemente ha habido también interés en las semillas de cártamo y girasol. La soya ha sido una fuente de proteínas para alimentación humana desde hace miles de años, particularmente en los países de Oriente; gran parte de la alimentación en algunos de estos países, se encuentra actualmente sustentada en esta leguminosa. A través de prácticas empíricas, los pueblos antiguos sometían la semilla a diversos tratamientos, tales como la extracción o la fermentación, para eliminar algunos factores indeseables desde el punto de vista nutricional. Actualmente la producción global de la soya excede los 50 millones de toneladas, y de este volumen aproximadamente el 80 por ciento

es producido en los Estados Unidos de Norteamérica. La mayor parte de la producción está dirigida hacia la industria del aceite y el componente proteico remanente se ha empleado por años como alimento animal. La adopción de la soya, en la forma de harina, en la alimentación humana, ha sido un proceso lento, que hubo de requerir del desarrollo de tecnologías apropiadas en la preparación de concentrados proteínicos susceptibles de ser incorporados en alimentos convencionales. Los problemas tecnológicos para llegar a un alimento proteico de buena calidad nutricional se han resuelto a través de los años, contándose a la fecha con procedimientos que permiten el procesamiento de la harina de soya hasta obtener un producto con características de textura y organolépticas similares a la carne. En uno de estos procesos la harina de soya es mezclada con agua y con un agente cementante. La masa es calentada hasta que adquiere cierta plasticidad. En este estado, se hace pasar a través de moldes calientes en donde toma la forma de cintas o listones. Si en estas condiciones el material se calienta a una temperatura superior al punto de ebullición del agua, adquiere la consistencia de una espuma fina que es susceptible de ser rehidratada. Los agentes cementantes (almidón, gluten, albúmina de huevo) modifican notable-

mente las propiedades reológicas de la masa, facilitando el proceso. A la masa se pueden agregar aromatizantes para que el producto sea aceptable como alimento. Existen otros procesos más elaborados, mediante los cuales se obtienen filamentos o hilos del material proteico, siguiendo tecnologías similares a las empleadas en la industria de los polímeros textiles. La proteína debe ser primero aislada de los carbohidratos y lípidos en una solución alcalina, ajustando el pH de la masa para que la proteína se degrade al mínimo y mantener así un grado de viscosidad apropiado. En algunos procesos se adiciona a la masa alguna sustancia como los alginatos, para incrementar su densidad. Los moldes empleados permiten obtener simultáneamente miles de filamentos de proteína. La masa proteínica de fibras se calienta y finalmente es introducida en baños que permiten incorporar aromas, sustancias coloridas y agentes cernentantes. De esta manera se obtienen, entre otros productos, análogos de la carne de res (Altschul, 1974).

La harina de soya, desengrasada o no, es también susceptible de ser incorporada a muchos alimentos convencionales (leche de soya, pan, tortilla, etc.).

Procesos similares a los que hemos descrito brevemente, se vienen empleando para el pro-



cesamiento de materiales proteínicos diversos, tales como las harinas obtenidas de las semillas de girasol, algodón, cártamo, cacahuete y las semillas de la colza (*Brassica campestris*). En general podemos decir que todas las semillas oleaginosas, después de la extracción del aceite, proporcionan un remanente de material proteínico que puede ser procesado para obtener alimentos aplicables a la alimentación humana (Fig. 1).

De la semilla de algodón se obtienen concentrados que contienen de 50-55 por ciento de proteínas. Eliminando los carbohidratos por extracción, el contenido proteico puede elevarse hasta 70 por ciento. Estos concentrados son apropiados para la nutrición humana y actualmente constituyen un elemento importante en la formulación de alimentos proteínicos populares como la incaparina. La semilla de algodón tiene la virtud de que corresponde a una planta que es indígena de áreas geográficas como Asia, África y América Latina, en donde existen fuertes requerimientos de alimentos proteínicos.

Otra fuente importante de proteínas es el cacahuete. Después de extraer el aceite, se obtiene un concentrado que contiene 50 por ciento de proteínas. Es también posible preparar concentrados con 70 por ciento de proteína



y 30 por ciento de lípidos. Ambas formas son apropiadas para la alimentación humana. Sin embargo, la proteína de cacahuete es deficiente en tres aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) y es de inferior calidad nutricional comparativamente a la proteína de la soya, que únicamente es deficiente en metionina. Una de las desventajas del cacahuete es la posible presencia de micotoxinas (aflatoxinas), que son metabolitos secundarios de hongos filamentosos que pueden estar contaminando a las semillas. Estas toxinas fueron precisamente descubiertas en estudios de nutrición animal con alimentos a base de cacahuete. En este caso se requiere un cuidadoso manejo del producto desde su recolección y durante el almacenamiento, que limite la posibilidad de desarrollo de los microorganismos toxigénicos.

En algunos países de Europa (Suecia, Polonia, Francia), en Canadá, en Paquistán y la India existen extensas plantaciones de la colza (*Brassica*) de cuyas semillas se extrae un aceite comestible de buena calidad. La proteína de esta planta contiene mayor proporción de metionina que la proteína de soya. Sin embargo, en este caso, como en otras semillas de oleaginosas, existen factores (ácido erúxico) potencialmente tóxicos, que deben ser eliminados.

Además de la potencialidad que existe en las semillas de oleaginosas, en el presente se ha despertado particular interés en otras plantas que se encuentran catalogadas entre las leguminosas (Maner, 1973). Del haba común (*Vicia*) que contiene de 20 a 30 por ciento de proteínas, se han aislado proteínas mediante un proceso que incluye la extracción, precipitación y desecado por aspersion. Con este producto se han podido desarrollar alimentos proteínicos similares a los obtenidos de la soya, aun cuando el producto fundamental es un polvo que carece de componentes o aromas objetables. Las pruebas de aceptabilidad que se llevan a efecto en humanos, han dado resultados muy halagadores. Una característica del proceso es que los residuos, después de la separación de la fracción proteica, están formados de carbohidratos susceptibles de utilizarse como fuente de carbono y energía para el desarrollo de hongos filamentosos (*Fusarium*), obteniéndose un concentrado proteínico para uso animal. En la actualidad este proceso (CEREBOS) se encuentra a nivel de planta piloto, con una producción anual de 1000 toneladas por año (Courts, 1973).

Otro de los renglones que ha despertado interés por sus proyecciones futuras en el aporte de proteínas, se refiere a los concentrados

de hojas de plantas verdes y pastos, muy especialmente aquellas plantas que prosperan en las zonas tropicales. Según Pirie (1969; 1970), investigador que viene desarrollando extensos estudios en este campo, los concentrados proteínicos de hojas tendrán considerable importancia al final del presente siglo. Aun cuando este autor y otros investigadores han introducido tecnologías para el propósito, los procedimientos no se encuentran todavía operando ampliamente en escala comercial. Sin embargo, estimados económicos señalan que el costo de obtención de estos concentrados sería de bajo nivel, aunque no competitivo con el precio actual de la proteína de la soya. Que estos procesos sean factibles desde el punto de vista económico va a depender del tipo de planta y de que los estudios agronómicos conduzcan a una productividad máxima. Los estudios llevados a efecto en la Estación Experimental de Rothamsted, en Inglaterra y en la India, indican que es posible obtener de dos a seis toneladas de proteína por hectárea (en la India hasta seis toneladas). Las plantas empleadas en estos estudios son: trigo, alfalfa, papa y coles. Los pasos para la separación de las proteínas del follaje han sido simplificados y el proceso comprende la molienda del material, prensado para la separación de la

porción acuosa, coagulación de la fracción proteica. filtración y desecado. Se obtienen productos que contienen hasta 70 o más por ciento de proteínas.

De las fuentes no convencionales de proteínas de origen animal, los concentrados proteicos de pescado han sido objeto de múltiples estudios en diversas partes del mundo. La mayor parte de los procesos desarrollados para la obtención de estos concentrados tienen como principal característica la extracción del material con dicloruro de etileno (proceso de Levin), seguido de un lavado con alcohol iso-propílico. O bien un proceso en tres etapas utilizando alcohol iso-propílico. El producto obtenido es una harina, concentrado proteínico, que ha sido utilizado en escala experimental en nutrición humana, particularmente en nutrición infantil. Algunos desarrollos tecnológicos recientes, han permitido ciertos avances en la preparación de concentrados proteínicos del pescado. Uno de estos procesos emplea una levadura proteolítica que se hace actuar sobre el sustrato de pescado previamente enriquecido con melazas de la caña de azúcar, durante períodos de 24 horas. El remanente en la fase acuosa es concentrado hasta 50% de sólidos y desecado por aspersion. En otros procesos el material de pescado es fer-

mentado con un microorganismo lipolítico que reduce el contenido de grasas en un cincuenta por ciento. Conjuntamente se emplea otro microorganismo que impide el desarrollo de rancidez, mediante la elaboración de un compuesto antioxidante durante la fermentación. La masa fermentada adquiere un aroma agradable, desapareciendo los sabores indeseables.

### *Perspectivas*

En base a las limitaciones que la producción de alimentos ha tenido durante los últimos años, muy especialmente los alimentos de naturaleza proteínica, se ha venido especulando acerca de cuál es el papel que habrán de desempeñar las fuentes no convencionales de proteínas en la alimentación humana del futuro. En el caso particular de las proteínas de la soya, se ha desarrollado, a nivel global, una amplia tecnología que permite obtener preparados proteínicos susceptibles de incorporarse a los alimentos tradicionales o en forma de análogos, y contribuir así a mejorar la dieta proteínica. Los procedimientos más simples, como son la adición o enriquecimiento del pan o de la tortilla o la elaboración de análogos de la leche, ofrecen

posibilidades en nuestro medio para introducir, en forma masiva, las proteínas en los sectores de la población que requieren mejorar su dieta. Esto es técnicamente factible, aun cuando el éxito va a depender del grado de aceptabilidad de estos alimentos proteínicos y de la capacidad de su adquisición por los sectores sociales más desposeídos. Una fuerte limitante es que el país produce en la actualidad aproximadamente 500 000 toneladas de soya, y que una parte proporcionalmente grande es empleada en la obtención de aceite y preparación de alimentos balanceados para uso animal. El principal país abastecedor de soya, Estados Unidos, ha tenido en los últimos dos años una baja considerable en su producción (en 1974 disminuyó 19%) y como resultado los precios tienen marcada tendencia a incrementarse. Bajo estas condiciones, y si no hay aumento en la producción nacional de soya, su utilización en la dieta proteínica del mexicano será restringida. Queda sin embargo, la posibilidad de dirigir a la alimentación humana el tonelaje de soya que se emplea en el presente en la alimentación animal, lo cual implicaría contar con algún sustituto de precio similar. Es aquí en donde las proteínas derivadas de otras fuentes, especialmente microbianas, podrían contribuir en forma notoria.

En caso de poder contar con suficiente abasto de otras proteínas vegetales, no convencionales, como es el caso de las proteínas de semillas oleaginosas distintas de la soya, de leguminosas, o aun proteínas del pescado, su incorporación a la dieta humana tendría necesariamente que seguir la trayectoria marcada por las proteínas de la soya. Las posibilidades del empleo de las proteínas de origen unicelular en la alimentación humana, son a largo plazo, considerándose que su papel inmediato es contribuir en la alimentación animal. En los capítulos subsecuentes, haré referencia a los problemas que se están presentando en la introducción de estas proteínas en las dietas animales y su posible proyección a la alimentación humana.

Estudios que se han venido haciendo en diversos países, basados en métodos de predicciones tecnológicas del futuro (Hudson, 1972), y en los cuales participaron expertos en alimentación, señalan algunos puntos interesantes. Se considera que las nuevas fuentes proteínicas (no convencionales) habrán sustituido el diez por ciento del mercado actual de la carne en 1980 y el 25 por ciento en 1990. Habrán desplazado el 5 por ciento de los productos lácteos en 1980 y el 10 por ciento en 1990. Formarán parte del 10 por ciento de los concentrados proteínicos para

forrajes en 1980 y el 25 por ciento en 1990. Para la década de los años 80, las nuevas proteínas (no convencionales) serán derivadas de soya, fuentes unicelulares, del pescado, de las legumbres y de las oleaginosas distintas de la soya, justamente en el orden citado. En esa misma década, los futurólogos afirman que todas las fuentes no convencionales de proteínas habrán sido aceptadas oficialmente para la alimentación humana y que se contará con las tecnologías apropiadas que permitan que estas proteínas, procesadas a un nivel económico factible, sean aceptadas por los consumidores.



**TABLA 1**  
**PRODUCCIÓN, DEMANDA Y BALANCE DE ALIMENTOS**  
**CALCULADOS PARA 1975-1980 EN PAISES EN DESARROLLO**

<i>Productos</i>	<i>Demanda</i>	<i>Millones de toneladas Producción</i>	<i>Balance</i>
Semillas (total)	211.1	189.1	(-) 22.0
Trigo	74.8	53.1	(-) 21.7
Arroz	127.8	125.4	(-) 2.4
Carne	20	18.4	(-) 1.6
Leche y productos lácteos	5.8	4.6	(-) 1.2

“FAO Agricultural Commodities Projections for 1975-1980”.

TABLA 2  
**CALORIAS Y PROTEINAS DISPONIBLES Y REQUERIMIENTOS  
 PER CAPITA POR DIA (Autret, 1972).**

<i>Regiones</i>	<i>Disponible</i>		<i>Requeridas</i>	
	<i>Calorias</i>	<i>Proteinas (g) totales</i>	<i>Calorias</i>	<i>Proteinas (g) totales</i>
Lejano Oriente	2,050	54.8	2,250	59
Medio Oriente	2,410	71.6	2,410	72
África	2,170	58.5	2,250	62
América Latina	2,590	67.6	2,360	68
México y C. A.	2,500	66.3	2,280	66
Europa	3,050	87.6	2,690	88
Norteamérica	3,140	93.1	2,520	93

**TABLA 3**  
**ABASTECIMIENTO DE CALORIAS Y PROTEINAS**  
**A NIVEL MUNDIAL (Cloud, 1973).**

<i>Regiones</i>	<i>Calorias per capita/día</i>	<i>Origen animal</i>	<i>Proteínas Otros orígenes</i>
América del Norte	3,200	65	25
Europa Occidental	2,900	40	50
América del Sur	2,600	30	40
Centroamérica	2,450	17	50
Japón	2,300	18	58
China (Rep. Popular)	2,200	7	60
África del Sur	2,200	8	48
África del Norte	2,100	8	48
India	1,900	5	48
Bangladesh	1,800	8	46

TABLA 4

DÉFICIT DE PROTEÍNAS EN PAISES DE AFRICA

<i>Año</i>	<i>Déficit</i>		<i>No. de Países</i>	<i>Población (millones)</i>
	<i>Económico</i>	<i>Nutricional</i>		
	<i>Protéina Animal</i>	<i>Protéina Total</i>		
1975	14,000	270,000	11	63
1985	27,000	270,000	9	68

Plan Indicativo de Producción Agrícola (FAO)

TABLA 5

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS EN MEXICO 1969

	<i>Calorías</i>	<i>Proteínas (g)</i>
Cereales	158	36.2
Azúcares	381	
Leguminosas y Oleaginosas	205	11.4
Leche	145	8.4
Frutas	77	0.8
Carnes	83	12.5
Huevo	22	2.4
Verduras	21	0.7
Tubérculos	16	0.2
	<hr/> 2,619	<hr/> 72.6

Ramírez Hernández y col. (1972).

TABLA 6

DISPONIBILIDAD DE CALORÍAS Y PROTEÍNAS  
(1969)

	<i>Disponibilidad</i>	<i>Recomendaciones (FAO)</i>
Calorías	2,619	2,600
Proteínas Totales (g)	72.0	75
Proteínas Animales (g)	22.7	25

Ramírez Hernández y col. (1972).

**TABLA 7**  
**CONSUMO DE PROTEÍNAS/PERSONA/DÍA**

1969

	<i>Total</i>	<i>De origen animal</i>
Área Rural	56.2 g	11.24 g
Área Urbana	70.7 g	24.4 g

Ramírez Hernández y col. (1972).

TABLA 8  
COSTO RELATIVO DE LAS PROTEINAS EN ALGUNOS ALIMENTOS

<i>Productos</i>	<i>Costo del Producto / Kg.</i>	<i>Contenido Protéico (%)</i>	<i>Costo de la Proteína</i>
	M.N.		M.N.
Harina de Trigo	2.00	11	4.12
Frijol	2.55	22	6.60
Pescado Seco	6.90	37	27.60
Queso	10.00	25	33.25
Pollo	7.50	19	35.25
Huevos	6.50	11	53.75
C. de Puerco	5.00	10	40.62
C. de Res	9.50	15	59.75

Precios en el mercado internacional (1970-1971).  
Abbott (1972).



**TABLA 9**  
**COSTO RELATIVO DE LAS PROTEINAS**

<i>Proteína de</i>	<i>\$/tonelada</i>
Porcino	5,000
Pollo	2,000
Huevo (albúmina )	1,500
Algas	800
Gelatina	700
Caseína	525
Soya (Proteína aislada)	400
Nuez (Proteína aislada)	375
Hidrocarburos	100
Fúngica	100

Courts, A. (1973).

TABLA 10  
 INDICES DE REQUERIMIENTOS DE PROTEINAS EN 1985  
 (INDICE 100 = 1965)      AUTRET (1972)

<i>Regiones</i>	<i>Indice</i>
<i>Lejano Oriente</i>	167
Sud-Asia	193
Asia Continental	166
Asia Oriental	133
Sudeste de Asia	214
<i>Cercano y Medio Oriente</i>	172
<i>Africa</i>	176
África del Norte	216
África Central y Occidental	186
África del Sur y del Este	161
<i>Europa</i>	118
<i>Norteamérica</i>	135
<b>Países Desarrollados (total)</b>	<b>123</b>

**TABLA II**  
**IMPORTACIONES Y RESERVAS DE SEMILLAS**  
 (Octubre, 1974) \* EN TONELADAS

<i>Productos</i>	<i>Reservas</i>	<i>Importaciones</i>
Maíz	768,000	1,100,000
Trigo	108,000	1,000,000
Arroz	32,000	30,000
Sorgo	70,000	40,000
Frijol	—	53,000

\* Indicadores elaborados por el Banco Nacional de México, S. A.

**TABLA 12**  
**FUENTES NO CONVENCIONALES**  
**DE PROTEINAS**

---

**PROTEINAS VEGETALES:**

Oleaginosas  
Hojas y Pastos  
Lirio acuático

**PROTEINAS DEL MAR:**

Pescado  
Algas marinas

**PROTEINAS DE ORIGEN UNICELULAR:**

Levaduras  
Bacterias  
Algas microscópicas.

---

## *Referencias*

- Abbot, J. C., 1972, "The efficient use of world proteins supply", *FAO Bull. Agric. Economics*, 21:25.
- Altschul, A. M., 1974, *New Protein Foods*, Academic Press, N. York.
- Autret, M., 1961. "Protein malnutrition and the FAO viewpoint", *NASNRC*, 843:537.
- Autret, M., 1970, "Worlds protein supplies and needs", in *Proteins as Human Food*, R. A. Lawrie (Ed.), Butterworths, London.
- Borgstrom, G. A., 1965, *The Hungry Planet*, The McMillan, Co., N. York.
- Brown, L. R., 1966, "The World Food Population Problem", conf. on *Alternatives for Balancing Future World Production and Needs*, Ames, Iowa, Nov. 8, 1966.
- Carter, L. J., 1967, "World Food Supply, Problems and Prospects", *Science*, 155:56-58.

- Courts, A., 1973, "Recent advances in Protein production", *Process Biochemistry*, Feb. 1973, pp. 31-33.
- Cloud, W., 1973, "After the Green Revolution", *The Sciences*, N. York Acad. Sciences (Ed), 13:6-12.
- Hudson, B. J., 1972, "New Protein Foods in the United Kingdom. A Delphi Forecast", *Chem. Ind.*, 1972, p. 251.
- Johnson, V. A., J. W. Schmidt & P. J. Mattern, 1968, *Econ. Bot.*, 22:16 (citado por Lawrie, R A., 1970).
- Hulse, J. H. & E. M. Laining, 1974, "Nutritional value of Triticale protein", Internad. Dev. Res. Center, Ottawa, Canada.
- Lawrie, R. A. (Ed.), 1970, *Proteins as Human Food*, Butterworths, London.
- Maner, J. H., 1973, "Investigations of plants not currently used as a major protein sources", in *Alternative sources of protein for animal production*, Natl. Acad. Sci. Washington, D. C.

- Mudd, S., 1964, *The Population Cn'sis and the Use of World Resources*, W. Junk Pub., The Hague.
- Murphy, H. C., *et al.*, 1968, *Science*, 159:103 (citado por Lawrie, R. A.e 1970).
- Newman, J. E. & R. C. Pickctt, 1974, "World di-mates and food supply variation", *Science*, 186:877.
- Pirie, N. W., 1969, *Food Resources: Conventional/and Novel*, Penguin Books, London.
- Pirie, N. W., 1970, *Leafprotein: Its agronomy, preparation, quality and use*, IBP Handbook, Blackwell Sci. Pub. Oxford.
- Pimentel, D., *et al.*, 1973, "Food production and the energy crisis", *Science*, 182:443.
- Pimentel, D., *et al.*, 1975, "Energy and the land constraints in food protein production", *Science*, 190:754-761.
- Ramírez Hernández, J., P. Arroyo y A. Chávez, 1972, "Aspectos socioeconómicos de la ali-

mentación en México", revista *Comercio Exterior*, 8:675-690.

Rodríguez Cisneros, M., 1974, "La demanda de alimentos proteínicos en México", trabajo presentado en el Seminario sobre "Nuevas fuentes de proteínas", C.I.E.A., México.

U.S. Department of Agriculture, 1975, "The World Food Situation and Prospects to 1985", *Foreign Agric. Economic Report No. 98*.

Wade, N., 1974a, "Green Revolution: Creators quite hopeful on World Food", *Science*, 185:844-845.

Wade, N., 1974b, "Green Revolution (I): A just technology, often unjust in use", *Science*, 186:1093-1096.

Wade, N., 1974c, "Green Revolution (II): Problems of adapting a western technology", *Science*, 186:1186-1188.

Whipple, M. E., 1965, "The Planetary Food Potential", *Ann. N. York Acad. Sci.*, 118:645-718.



## ÍNDICE



Presentación	
por el señor Jesús Romo Armería	7
El problema de las proteínas alimenticias y sus perspectivas	13



Se terminó de imprimir el 29 de noviembre de 2013 en los talleres de Impresos Chávez de la Cruz, S. A. de C. V., Valdivia 31. Col. Ma. del Carmen, C. P. 03540, México, D. F. Tel. 5539 5108. En su composición se usó el tipo Garamond de 10.5:12.5, 9.5:12.5 y 8.5:10.5 puntos. La edición consta de 1000 ejemplares. Captura de textos: Ma. Elena Pablo Jaimes, composición: Laura Eugenia Chávez Doria. Editor: Hildebrando Jaimes Acuña.