

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS\*

Ricardo Bressani\*\*

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

- \* Presentado en la Reunión Científica "Alimentación y Nutrición en Centro América y Panamá: Análisis y Estrategias para su Desarrollo", durante las celebraciones del 40 Aniversario del INCAP, del 11 al 12 de septiembre de 1989 en la ciudad de Guatemala.
- \*\* Coordinador de la Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

## INTRODUCCION

La investigación aplicada que se ha orientado al aumento de la producción de alimentos como un medio para reducir la desnutrición en los países en desarrollo se ha concentrado tradicionalmente en fincas comerciales de medianas o grandes áreas. A principios de los años 80, se inició el interés en estudiar y mejorar la actividad de pequeños agricultores y de su ambiente socioeconómico. Sin embargo, a pesar de este cambio, el objetivo continuó siendo el de incrementar la producción, asumiendo que ésta se traduciría en un mayor ingreso y consecuentemente, en un mejor estado nutricional del agricultor y su familia.

Es un hecho bastante bien establecido, que la producción agrícola de los alimentos básicos en muchos países en desarrollo, proviene de explotaciones agrícolas de fincas de pequeñas y medianas áreas, trabajadas por agricultores con pequeña capacidad de inversión. Han sido estos agricultores los que dieron origen a la explotación mixta de cultivos, con el objetivo de asegurar su alimentación y la de su familia, y de obtener algún ingreso. Fueron ellos los que desarrollaron el verdadero concepto de Seguridad Alimentaria.

Estas prácticas posiblemente se originaron debido a la inseguridad que el agricultor siempre encuentra en el proceso de producir, como pueden ser una sequía o exceso de agua, suelos pobres, aires fuertes y cambios en temperatura, insectos, enfermedades de las plantas y ciclos largos de producción. Además de los problemas en garantizar una producción, pequeños agricultores se ven afectados por los problemas de postcosecha como son los de almacenamiento y los de mercadeo.

Estas prácticas del agricultor de pequeñas y medianas áreas de tierra pasaron desapercibidas por mucho tiempo. Sin embargo, su potencial fue descubierto dando origen a la investigación agrícola dirigida a mejorar la productividad de estos sistemas de producción, con el objetivo de aumentar el ingreso. El potencial de estos sistemas de producción agrícola va mucho más lejos que el de incrementar el ingreso, ya que en base a su naturaleza, puede ser sumamente útiles para mejorar la alimentación y nutrición del agricultor y su familia. Para lograr esto, sin embargo, se requiere una investigación aplicada multidisciplinaria que permita mejorar la productividad, así como también diversificarla con objetivos nutricionales. Para esto es importante incorporar actividades de procesamiento de alimentos y de educación.

En esta presentación se discutirá primero el concepto integrado de producción, procesamiento y consumo. Luego se definirán y ejemplificarán los sistemas individuales de procesamiento, así como también los de consumo de alimentos. Una vez hecho esto, se tratará de asociar las tres actividades principales, para dar origen a los sistemas integrados de producción, procesamiento y consumo de alimentos, con objetivos de alimentación y nutrición, y si es posible, ingreso. Finalmente, se discutirá algo sobre el proceso de aplicación y transferencia tecnológica.

#### EL CONCEPTO INTEGRADO DE PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS

Durante los últimos 10-12 años, muchos esfuerzos se han invertido en el estudio y análisis de los sistemas de producción agrícola.

Sin embargo, estos no se han traducido en un significativo incremento en mejorar la situación económica y mucho menos nutricional de la población rural. Es difícil ofrecer razones claras por esta falta de un mayor impacto, sin embargo, se propone en este documento que una de las posibles razones ha sido la falta de un enfoque más integrado al proceso de aumentar la productividad y la diversificación de cultivos. En otras palabras, además de promover la productividad y diversificación de cultivos o actividades agrícolas, es necesario incorporar actividades de procesamiento y de educación nutricional, para así poder diversificar el consumo y la dieta, y de esta manera lograr una mejor nutrición. El concepto integrado se muestra en forma gráfica en la Figura 1 en donde se puede observar que las actividades agrícolas de producción están asociadas a las actividades de procesamiento y estas a las de consumo.

Debido a que estas actividades en forma individual ofrecen un relativo gran número de opciones, se les ha denominado "sistemas", los cuales al estar integrados pueden dar beneficio económico, así como nutricional. A pesar de que existe hoy día bastante información sobre cada uno de los tres sistemas, estos no han sido integrados, por lo cual es importante que sean reforzados con actividades de investigación, educación, transferencia de tecnología y evaluación. Estas actividades de soporte deben aplicarse tanto a los sistemas de producción como a los sistemas de procesamiento y a los de consumo de alimentos.

#### SISTEMAS DE PRODUCCION

El concepto que posiblemente prevalece en el sector agrícola sobre sistemas de producción es aquél que pretende poder producir diferentes

cultivos, compatibles entre ellos, con el propósito de optimizar el uso de la tierra evaluado a través de un mayor ingreso. Una posible definición se presenta en el Cuadro 1. La diferencia fundamentalmente entre esta definición y la que prevalece en círculos agropecuarios es que considera como un objetivo del sistema el de alimentación y nutrición, además del ingreso, ya que este último objetivo es difícil de alcanzar en la magnitud necesaria, a menos que la explotación agrícola sea un producto de exportación. Por consiguiente el potencial del sistema está en las actividades para producir los alimentos para el consumo de una dieta variada, aceptable y nutritiva, que se traducirá en un mejor estado nutricional del agricultor y su familia.

Las encuestas realizadas por socioeconomistas agrícolas han identificado varios tipos de sistemas que se indican en el Cuadro 2. Estos han sido discutidos por la forma de incorporar diferentes cultivos o por la clase de práctica agrícola ejecutada. Uno de los sistemas por cultivo es conocido como el Sistema de Cultivos Asociados. En este sistema dos cultivos diferentes pero compatibles se siembran en la misma postura, siendo un ejemplo clásico el maíz y el frijol de enredo. Otro sistema se ha identificado como el de cultivos intercalados. En éste, dos o más cultivos se siembran en el mismo espacio físico, siendo un ejemplo clásico de la siembra de maíz con ayote, pepitoria y otros. Existen modalidades de este sistema, uno de ellos siendo la distribución ordenada de los cultivos con el propósito de favorecer al máximo la producción de cada uno de los componentes del sistema. Una tercera posibilidad es la que se conoce como Sistema de Cultivo en Relevo. En éste, como

el nombre lo indica, un cultivo releva a otro que fue sembrado antes, aprovechando la humedad residual de los suelos y otras ventajas ecológicas del ambiente. Ejemplos de este sistema son maíz y sorgo; maíz y ajojolí. Finalmente, el otro sistema es uno que podría llamarse mixto o integrado con animales, en el cual el animal, por ejemplo un bovino, es alimentado con los subproductos de la cosecha, o si son aves y/o cerdos, se alimentan con los desechos de consumo de la familia, o con lo que el animal pueda obtener alrededor de la casa. Sin embargo, también se siembra para obtener forraje para el animal. Los sistemas en base a prácticas agrícolas obedecen a usar siempre nueva tierra, incorporación de materia orgánica, limpieza completa de malezas, rotación para aprovechar fertilizantes residuales, y control de malezas y de pérdidas de humedad. La existencia de estos sistemas de producción agrícola se muestran en el Cuadro 3 de un estudio realizado en Chimaltenango. Se puede observar sistemas de dos o más cultivos para fines de subsistencia, así como que un gran número de agricultores (38.5%) practican sistemas de producción tipo multicultivo para objetivos comerciales. El Cuadro 4 ofrece datos de sistemas de producción en Pespire, Honduras. El maíz y el sorgo (postrera y maicillera) son para consumo humano mientras que el sorgo de guatera es para alimento animal. Es de gran interés observar los cultivos secundarios de estos agricultores, lo que sugiere que la práctica de producir varios alimentos ya existe siendo necesario darle un enfoque de alimentación y nutrición. La importancia de los sistemas mixtos resalta al observar el Cuadro 5. No solo existe gran diversidad de animales, sino también el número de agricultores que tienen animales es alto, particularmente aves. El potencial nutricional que esto

representa es de gran valor y debe ser optimizado. Es, por consiguiente claro, que estos sistemas ofrecen muchas opciones en producción como en alimentación y nutrición y que al ordenarlas se traducirían en una seguridad alimentaria del agricultor, su familia y el país en general. Para lograr esto es necesario un enfoque multidisciplinario en la investigación, en el desarrollo de los sistemas y un programa de educación y extensión agresivo para lograrlo. Se requiere sin embargo, asociar los sistemas de producción con los de consumo.

## SISTEMAS DE CONSUMO

Las encuestas de ingestión de alimentos realizadas en diversos lugares del mundo, han indicado que las poblaciones se alimentan y nutren en base al consumo de una leguminosa y un cereal, en un caso, y de una leguminosa de grano y un alimento almidonado, como por ejemplo yuca o plátano en el otro, como se describe en el Cuadro 6. En algunas ocasiones se consumen oleaginosas y cuando es posible productos de origen animal.

Estos hábitos de consumo de alimentos han sido estudiados a través de diferentes experimentos como los de suplementación y/o complementación dando origen a lo que hemos denominado Sistemas de Consumo. El Cuadro 7 pretende definir los sistemas de consumo, los cuales tienen varias aplicaciones como se indica en la definición, incluyendo la posibilidad de mejorar los sistemas de producción agrícola, así como las tecnologías de postcosecha.

El sistema de consumo cereal/leguminosa se describe en la Figura 2, para el caso de maíz y frijol común. Los resultados biológicos que han dado origen a esta Figura fueron obtenidos en animales experimentales, sin

embargo se han confirmado en estudios con niños, como se indicará más adelante. Para estudiar el valor complementario de un alimento sobre otro, se diseñan dietas con el mismo nivel de proteína, calorías y otros nutrientes y sólo se deja variar la calidad de la proteína. En una dieta toda la proteína la da un alimento y en otra dieta toda la proteína la da el otro alimento. Entre estos extremos se preparan dietas con diferentes proporciones de los dos alimentos bajo estudio. Como la Figura lo indica, existe un efecto complementario bastante bien definido, que tiene un valor proteínico superior a cualquiera de los dos componentes. Para el caso indicado este punto complementario es aquél en el cual de 100 g secos, 70 g provienen del maíz y 30 g provienen del frijol. La calidad nutritiva de la mezcla cae del lado del maíz por deficiencias en lisina y triptofano en este cereal. La calidad nutritiva disminuye del lado del frijol por ser la proteína del frijol deficiente en metionina. Se obtiene una calidad óptima en la relación 7/3 por el frijol que proporciona lisina al maíz y éste contribuye con algo de metionina al frijol. La investigación ha indicado que la mezcla 7/3 es todavía un poco deficiente en aminoácidos azufrados.

Resultados similares se han obtenido con otros cereales y leguminosas. Asimismo, el efecto indicado se observa aún con la inclusión de otras variables, como densidad de energía o libertad en el contenido de proteína de la dieta. La respuesta de un experimento diseñado como el anterior dejando libre el contenido de proteína se observa en la Figura 3. La proteína varió de 7.6% en la dieta de solo maíz a 18.7% en la dieta de solo frijol. La relación del contenido de proteína como porcentaje del contenido de calorías totales varió de 8.0 para la dieta de maíz a 20.0 para la de solo frijol. Es de interés hacer notar que la mezcla 70/30 de

maíz a frijol dió el aumento en peso mayor, así como la mejor calidad proteínica que corresponde a 11.2% de las proteínas como calorías totales. De mucho interés es observar que esta dieta indujo un mayor consumo de alimento que la de solo maíz o frijol, efecto que se debe a la mejor calidad de la proteína. Esto indica una mayor ingestión de calorías que nunca se podrá lograr con dietas de pobre calidad proteínica.

Se indicaba que esto se ha confirmado en humanos, lo cual se muestra en el Cuadro 8. En este estudio, niños en una sala metabólica fueron alimentados con diferentes proporciones de maíz y frijol. Los resultados de la relación maíz y frijol de 6.5 y de 4.0 que corresponden a la mezcla de 87% de maíz y 13% de frijol y de 80/20 en el segundo caso, indujeron una retención nitrogenada positiva aunque fue pequeña y muy variable entre niños. La última línea muestra lo que se pudo medir con la oferta ad libitum de maíz y frijol, que indujo una retención de nitrógeno alta para todos los niños, lo cual ya se había demostrado en animales experimentales. Además, debido a la calidad proteínica mejorada de la ingesta 7/3 maíz y frijol, se incrementó la ingesta. Esto demuestra claramente que la calidad de la proteína tiene un efecto especial sobre apetito que permite ingerir y se podría decir que demanda las calorías requeridas por el individuo. Dicho sea de paso, y como se indicará más adelante, el agregado de calorías a la dieta de alto consumo de maíz y de bajo consumo de frijol, no se traduce en la clase de resultado que se obtuvo con maíz/frijol en la proporción 7/3. La calidad nutritiva de la proteína es muy importante y es uno de los principales objetivos a lograr en sistemas de producción. Es importante por supuesto, una adecuada ingestión de otros nutrientes.

Los datos de los estudios de complementación tienen varias aplicaciones, para fitomejoradores, para la industria de alimentos y lo que nos interesa por ahora, en sistemas de producción. La relación 7/3 de maíz y frijol indica que cada gramo de frijol requiere 2.3 g de maíz en lo que a ingestión se refiere para una utilización eficiente de los nutrientes de cada alimento. En base a esto se presenta el Cuadro 9 que pretende indicar lo que una familia de 5 miembros podría consumir de estos dos alimentos, y el área que requiere para producirlos. Si el hombre en la familia consume 65 g de frijol/día, la mujer 50 g y 30 g cada uno de los hijos, la familia debería tener 205 g de frijol por día, o alrededor de 75 kg/año. Como la relación óptima es de uno de frijol a 2.3 de maíz, la familia debería tener alrededor de 173 kg de maíz.

Si el rendimiento de frijol es de 500 kg/ha, que es un poco bajo, y de 1,200 kg/ha de maíz, el agricultor necesitaría cultivar solamente para consumo, 0.14 has ó 1,400 m<sup>2</sup> de maíz y 0.15 has de frijol, o sea que en el mismo espacio físico, él puede producir las necesidades estimadas de maíz y frijol en la proporción que le daría un valor máximo de calidad proteínica. Si el agricultor tiene más área que 1,500 m<sup>2</sup>, el resto de la tierra lo puede dedicar a maíz y frijol si así lo desea, o a otros cultivos que podrían darle mayor rentabilidad. Sin embargo, existe otra posibilidad y es que el agricultor almacene 75 kg de frijol y 173 kg de maíz, lo que podría hacer con buenos sistemas de almacenamiento, además de buenos programas de extensión y educación. Esto indica que los sistemas de producción deben estar asociados a sistemas de almacenamiento y de mercadeo, así como de nutrición. La pregunta que puede surgir es que el individuo

no se podrá llenar fisiológicamente con 65 g de frijol y 149 g de maíz, ya que de maíz generalmente el hombre del campo consume alrededor de 500 g o sea 3.33 veces más que 149 g. La diferencia o sea 350 g de materia seca alimenticia pueden ser obtenidos de otros alimentos, algunos de los cuales él puede producir en su terreno. Esto será discutido más adelante. Por otro lado, la ingestión indicada en el Cuadro está limitada por el frijol, lo cual también afecta la ingestión de calorías.

Regresando al sistema de consumo cereal/leguminosa que fue mostrado anteriormente en forma de una Gráfica, se presenta el Cuadro 10, en el cual del total de la Gráfica solo se presentan los valores extremos o sea el maíz y el frijol solos, y las mezclas 70/30 y 85/15. En este caso los valores nutritivos de proteína y de energía han sido corregidos por su respectivo valor biológico bajo la columna de calidad, para dar la proteína neta utilizable y las calorías netas digeribles. Como se puede observar la mejor proteína neta utilizable la da la mezcla 70/30, explicable en base a la calidad de la proteína, como ya fuera indicado anteriormente. Asimismo, la relación de calorías de proteína como porcentaje de las calorías totales, es de 13.0% para la dieta 70/30, 8.2% para la de frijol, y mezcla 85/15 y de 4.6 para el maíz. Esto demuestra nuevamente que la mezcla 70/30 es la que debe consumirse, particularmente por los niños y adolescentes.

El sistema de consumo de leguminosa y alimento farináceo es muy diferente al sistema de consumo leguminosa/cereal, desde el punto de vista de proteína. La razón de esto radica en que los tubérculos y alimentos farináceos convencionales tienen menos de 4% de proteína cruda y alrededor de 2 a 3% de proteína verdadera, la cual tiene un balance pobre de

aminoácidos esenciales. Por consiguiente, no puede haber una complementación proteínica, más bien ocurre lo que podría llamarse suplementación.

Algunos datos del sistema de consumo alimento farináceo/leguminosa de grano se presentan en el Cuadro 11. Como se puede observar, es necesario ingerir por lo menos 20 partes de frijol con 80 partes de alimento farináceo, para obtener algún aumento en peso con todos los productos con la excepción de la patata. Este sistema tiene la desventaja de que la única fuente de proteína es el frijol, aunque el tubérculo es fuente de calorías.

El resultado con la papa vale la pena resaltarlo, ya que sin el agregado de frijol los animales dieron una respuesta positiva. Este dato sugiere la importancia de incorporar el cultivo de la papa en los sistemas de producción, cuando esto es posible hacerlo. Como se muestra en la Figura 4, el sistema de consumo frijol/alimento farináceo se puede mejorar con alimentos ricos en metionina, indicado por el mayor aumento en peso, cuando el frijol se suplementa con este aminoácido.

Sin embargo, aún la mezcla óptima maíz y frijol puede ser mejorada, como se observa en el Cuadro 12. La adición de aminoácidos, vitaminas y minerales individuales y en grupo indujeron un mejor aumento en peso, no así cuando se adicionó calorías. Todo esto va asociado a un aumento en el consumo que se interpreta como que la calidad nutritiva íntegra es necesaria para una respuesta positiva. Esto en verdad no es nuevo y no debe sorprender, sin embargo, en alimentación y nutrición humana, sobre todo a nivel de campo, se tiende a enfatizar un nutriente y se asume que los otros están en niveles adecuados, lo cual es dudoso.

Además los nutrientes no actúan en forma individual sino en conjunto, lo mismo que ocurre en sistemas de producción, que para que sean efectivos, los cultivos deben estar en armonía entre ellos.

Al mejorar un nutriente, inmediatamente se crea una demanda por los otros nutrientes, y si no están presentes las respuestas no son las esperadas. Se debe pensar en dieta, definida como un conjunto de alimentos que proporciona la cantidad y calidad de nutrientes para el buen funcionamiento del organismo.

Como se muestra en el Cuadro 13, la dieta 87/13 es también susceptible a mejorarse nutricionalmente y siendo ésta más deficitaria que la 30/70, los efectos de los grupos de nutrientes son más claros. Aquí se nota el efecto fuerte de calidad de proteína y de minerales, un menor efecto de vitaminas, ningún efecto de calorías y un efecto fuerte del conjunto de nutrientes.

A pesar de que el maíz y el frijol contienen cantidades variables de vitaminas y minerales, ha sido de interés conocer sobre su importancia en las dietas con estos dos alimentos. En los resultados del Cuadro 14, varias vitaminas no fueron adicionadas individualmente o en grupo de una dieta basal de maíz y frijol con y sin suplemento de lisina, metionina y triptofano. La evaluación se hizo a través del cálculo de proteína ingerida utilizable. En ambos casos se nota que la ausencia de las vitaminas se tradujo en una reducción en la proteína utilizable al compararlas con el control. Las diferencias no son estadísticamente significativas posiblemente debido al tiempo experimental de 28 días que es corto cuando la ausencia de las vitaminas no es absoluta. Lo mismo se puede observar en el

Cuadro 15 para minerales, en donde también la ausencia de la adición se tradujo en menores niveles de proteína utilizable. Estos datos se interpretan en el sentido de que las dietas a base de maíz y frijol son mejor utilizadas biológicamente si están suplementadas con vitaminas y minerales.

En base a lo anterior, algunos estudios se han llevado a cabo con el fin de conocer el efecto suplementario de algunos alimentos. Un ejemplo se presenta en el Cuadro 16 en el cual se nota el efecto de la adición de 5% de harina de amaranto (bledo) a una dieta de maíz y frijol en la presencia y ausencia de vitaminas. En ambos casos se nota que la harina de bledos incrementaron el aumento en peso, consumo de alimento y utilización de la proteína.

Estos datos se pueden observar en la Figura 5 en donde la presencia de harina de bledo dió mejor crecimiento en la presencia o ausencia de vitaminas suplementarias. Es de interés indicar que el efecto de la ausencia de vitaminas se principia a notar en la 3a semana del estudio, aún en la dieta con harina de bledo, sugiriendo que aún 5% no es suficiente para suplementar eficientemente la dieta basal de maíz y frijol.

El efecto suplementario de la proteína animal a dietas de maíz y frijol está bien establecido. Esto se confirma en el Cuadro 17 para maíz y frijol y en el Cuadro 18 para yuca y frijol usando diferentes niveles de carne de pollo y carne de res. El agregado de 30% de harinas de productos animales se tradujo en un aumento significativo en aumento en peso y eficiencia proteínica. Por consiguiente, los datos indicados en

Cuadros anteriores, demuestran con claridad que las dietas de maíz y frijol en las proporciones consumidas por la población son pobres nutricionalmente y pueden ser mejoradas con diferentes tipos de suplementos, o alimentos para dar dietas de mejor calidad nutricional.

Para resumir esta sección se presenta la Figura 6. En ella se indica que la dieta 70/30 puede mejorarse como también la 85/15, sin embargo, ésta requiere más que la primera. Los alimentos que inducen esta mejora están listados a la derecha de la Figura y son estos los que deben entrar en los sistemas de producción agrícola, además del maíz y del frijol. Son estos los que proporcionan los aminoácidos, o la calidad proteínica necesaria, los minerales y las vitaminas que la dieta de maíz y frijol requiere. Como consecuencia de esta calidad, aumenta el consumo y con esto aumenta la ingestión de energía. Es dudoso que la energía per se indujera un aumento en el consumo de alimentos y de nutrientes.

#### SISTEMAS DE PROCESAMIENTO

Para la discusión de esta sección, se acepta como alimentación el sistema que integra la producción de un alimento con los de procesamiento para dar origen a un alimento mejorado nutricionalmente. Para fines del concepto integrado discutido al principio de este documento, el Cuadro 19 define el sistema de procesamiento, que aplica en la preparación para el consumo de alimentos para la familia, como el procesamiento de productos para estimular otros sistemas de producción como lo es la producción animal. Incluye además otros aspectos de la cadena alimentaria. Los sistemas de procesamiento tienen su base en sistemas de consumo y para ejemplificar el concepto se presenta la complementación que existe entre maíz y

frijol soya, que se indica en la Figura 7. El desarrollo de esta Figura es igual al desarrollo de la combinación maíz/frijol común descrita anteriormente. Aunque la combinación óptima es de 7 a 3 maíz/soya, existen tres diferencias importantes con la respuesta al maíz y frijol común. Una es que la calidad de la mezcla 7/3 maíz/soya es muy superior a la calidad de la mezcla 7/3, maíz/frijol común. El segundo punto importante nutricionalmente es que la mezcla 7/3 maíz/soya contiene más calorías, por el aceite de la soya. El tercer punto es que la mezcla maíz/soya contiene más proteína que la mezcla 7/3 de maíz y frijol común. Esta mezcla se ha procesado a nivel del hogar por un proceso de nixtamalización, que al ser deshidratado da origen a un alimento de alto contenido de proteína, alrededor de 17%, con un contenido de grasa de 8% y una calidad proteínica de un valor de 85-90% del valor de la carne o leche. Asimismo, la mezcla se puede procesar también por cocción en agua o por tostación.

Por el otro lado, y lo que es interesante, es que al agregar 50% de esta mezcla en húmedo o nixtamalizado a 50% de masa de maíz nixtamalizada, permite producir una tortilla fortificada; con 15% de grano de soya, como se muestra en la Figura. Los estudios realizados indican que esta tortilla es de alto valor nutritivo como se muestra en el Cuadro 20 de estudios de eficiencia de utilización de la proteína. Como se muestra en el Cuadro 21, la tortilla fortificada con soya mejora la calidad de una dieta de maíz y frijol en la proporción 90/10, dando no sólo más y mejor proteína, sino también calorías en forma de aceite de soya.

La Figura 8 muestra el sistema de procesamiento que da origen a muchos otros alimentos incluyendo alimentos para el destete. La aplicación

uso de estos conocimientos se podrá lograr a través de programas de educación y extensión que son parte esencial en los sistemas integrados de producción, consumo y procesamiento. Se debe también indicar como se muestra en la Figura 9, que el maíz y la soya pueden ser utilizados para mejorar la eficiencia de otros sistemas de producción en particular producción animal, como huevos, pollo, cerdos y otros.

Haciendo uso de esta información se calcularon los datos que se presentan en el Cuadro 22. De nuevo en base a una familia de 5 personas el hombre consume alrededor de 500 g de maíz, la mujer más o menos 350 g y los 3 niños 150 g por cabeza. Por consiguiente, la familia requiere 1,300 g de maíz por día, o 475 kg/año. Si la producción es de 1,200 kg/ha, el agricultor requiere alrededor de 0.39 has de tierra. Sin embargo, además de ingerir lo anterior como tortilla, la familia también consume maíz como atol. Para este alimento la familia podría requerir alrededor de 200 g de maíz por día o 73 kg de maíz al año, que sumado al anterior aumenta su necesidad en 548 kg producidos en aproximadamente 0.46 has. Además se asume que los programas de extensión le enseñaron a la familia a producir soya y a usarla en la proporción 7/3 para el atol y 8.5/1.5 para la tortilla. Esto equivale a una necesidad de 32 kg de soya para el atol fortificado, y 84 kg de soya para la tortilla por año, o sea un total de 116 kg. En base a un rendimiento de 2,000 kg de soya/ha, la familia necesitaría 0.06 has para producir soya. Este sistema de producción puede incorporarse al descrito anteriormente, de tal manera que con frijol común, maíz y soya se logra una nutrición superior al de sólo maíz y frijol. Su implementación requiere programas de extensión agrícola y de economía del hogar.

## SISTEMA MIXTO SENCILLO

Un aspecto de la vida rural o del poblador rural, es que en una gran mayoría de situaciones, él no sólo se interesa por sus cultivos convencionales, sino también por animales que mantiene en o alrededor de su casa. Esto ha sido una característica que ha pasado desapercibida, a pesar de que pequeñas cantidades de productos animales tienen un gran poder suplementario a la dieta como ya fue indicado anteriormente en este documento. Además de esto, el consumo de productos animales le quita la monotonía a la dieta y estimula el consumo y por consiguiente, la ingestión de calorías. Por lo tanto, el animal debe ser considerado en sistemas de producción (Cuadro 23)

El efecto suplementario de los productos animales ya ha sido demostrado, así como también otros beneficios, sin embargo, posiblemente por la falta de conocimiento o por la falta de recursos económicos, o por la falta de alimentos, se deja que el mismo animal se alimente de lo que encuentra, como materia verde, insectos, granos ocasionales, y así, como sus dueños, los animales tienen bajos índices de productividad, alta mortalidad, altamente parasitados y de una vida corta. Pero oportunamente, algo se puede hacer en sistemas de producción tipo mixtos. Para el caso, se continuará con el ejemplo anterior, donde ya la soya formaba parte del sistema, para que fuera utilizada por el agricultor y su familia, en producir alimentos de alto valor nutritivo o para suplementar su alimento básico, la tortilla. En ese caso, la necesidad de maíz por año para la familia en el sistema alimentario-nutricional mixto sería de (548 + 327) 875 kg, y 256 kg de soya. Esto equivaldría a 0.58 hectáreas de tierra para maíz y 0.13 has para soya. De esta manera y en este sistema la familia

consumiría una dieta superior a la propuesta en los casos anteriores. El sistema de producción podría diversificarse aún más, con otros productos entre los cuales las verduras autóctonas ofrecen grandes oportunidades como lo son el bleado, la hierbamora y el chipilín, como ya fuera demostrado anteriormente. Para resumir esta sección se presenta el Cuadro 24 en donde se presentan los sistemas de producción agrícola, los de procesamiento y de consumo y algunos datos nutricionales, presentados en secciones anteriores del documento.

#### INTEGRACION DE LOS SISTEMAS DE CONSUMO A LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

Para fines de demostrar cómo los sistemas de consumo de alimentos se pueden utilizar para el desarrollo de sistemas de producción, se presenta un ejemplo teórico, indicado en el Cuadro 25. La primera columna indica el sistema de consumo, con los alimentos que incluyen el maíz, el frijol, el plátano, la soya, carne y una verdura. Los números en el Cuadro representan las cantidades requeridas para el valor nutritivo máximo posible del sistema. La suma de las cantidades por alimento de cada sistema indican la ingestión de alimento por persona por día. Estas cantidades sirvieron para estimar la cantidad del alimento a ser consumido por la mujer y para 3 niños, de la misma calidad nutritiva, la cual luego se transformó en la necesidad de alimento por familia en un año. En el Cuadro se indica un consumo mínimo de 30 g de carne de pollo deshidratado, que corresponde a 100 g de carne fresca por adulto por día, cifra que se convierte en 100 kg para la familia por año. Como se muestra en el Cuadro 26, los 100 kg de carne equivalen a 160 pollos, los cuales para alcanzar 3.5 kg de peso vivo requieren 560 kg de concentrado, a base de

maíz, 392 kg y 168 kg de soya. La soya puede procesarse por tostación en el comal para así aumentar su valor nutritivo con maíz para pollo. Con estos datos y los del Cuadro 25, se han calculado las áreas requeridas para producir estos alimentos, lo cual se presenta en el Cuadro 27.

La tierra requerida es de 7880 m<sup>2</sup> de los cuales 5350 m<sup>2</sup> son para maíz, 920 m<sup>2</sup> son para frijol, 1110 para soya y 500 m<sup>2</sup> para la verdura, amaranto en este caso. Como se indica en el Cuadro 28 esta producción o necesidad en total rinde 2208 kcalorías y 90 kg de proteína, lo cual equivale a una dieta con 11% de proteína y 332 cal utilizables. Se debe indicar que la ingestión de calorías aumentaría con el consumo de azúcar y aceite no considerados en el sistema de producción, de tal manera que fácilmente se logrará el requerimiento calórico por individuo en esta familia.

Este ejemplo puede diversificarse dentro de la misma área de tierra, eliminando parte de los pollos, por gallinas ponedoras y con el uso de los residuos de las cosechas se podrá producir leche de cabra por ejemplo. Las opciones son muchas, pero la aplicación de estos sistemas debe ser evaluado en términos de eficiencia productiva al mínimo costo para que sea un sistema sostenible.

#### UN MODELO INTEGRADO DE PRODUCCION AGRICOLA

Basándose en la composición de los alimentos que se mencionan en el Cuadro 29, una ha de tierra localizada a 1,500 m s.n.m. se utilizó para una prueba inicial de producción. La distribución de la tierra a los diferentes cultivos tuvo como base los promedios de producción reportados para Guatemala, de acuerdo a las cantidades necesarias para la dieta básica.

La tierra en la Finca Experimental es barrosa con una precipitación anual de 1,400 cm de mayo a finales de octubre. Luego de haber sido volteada la tierra, se esparcieron 8,700 kg de abono de pollo de la forma más pareja posible, y luego se incorporó a la tierra. La distribución de la tierra para las diferentes siembras y el alojamiento de los animales, se muestran en la Figura 10. Del área total, 9,280 m<sup>2</sup> se asignaron a la siembra de maíz, frijol negro de enredo, y dos tipos de ayote nativos. Cuarenta días después de sembrar el maíz, cada postura de maíz fue sembrada también con frijol negro, utilizando dos semillas por postura. En este momento las plantas de maíz habían alcanzado alrededor de 60 cm de altura. Los guicoyes se sembraron 21 días después que el maíz, a intervalos de 70 cm, los dos tipos alternándose en el mismo surco. Estas siembras a la altitud de la Finca Experimental, toman siete a ocho meses para proveer con un ingrediente proteico/energético de calidad proteínica y también un suplemento proteínico para los pollos y gallinas que se incluyeron en el sistema. Se sembraron varias clases de verduras dos veces durante la época de producción en una área de 150 m<sup>2</sup> y en 53 m<sup>2</sup> se alojaron: una vaca con su ternero, 6 gallinas y 44 pollos, así como también dos naranjales, los cuales ya estaban sembrados anteriormente ahí. Finalmente, se asignaron 17 m<sup>2</sup> para la producción de papas. Se llevaron registros de todos los costos a través de la época de desarrollo de las siembras, así como también de las cantidades de leche y huevos obtenidas. Todos los materiales cosechados se vendieron al terminar el estudio, cuyo total de gastos se restó del total obtenido de las ventas y fue corregido por el valor monetarios de los alimentos consumidos por una familia de 5 miembros, consumiendo una dieta promedio.

Los resultados del Cuadro 20 indican la producción total de alimentos de una hectárea de tierra, así como de la cantidad de alimentos que la familia usaría para su propio consumo. En esta prueba inicial se hicieron algunos errores en cálculo. La familia, por ejemplo, necesitaba 87.6 kg de pollo y solamente 76.4 kg se produjeron. Esta diferencia puede ser fácilmente compensada con leche o huevos. Aunque no existe nada negativo en la asignación de la tierra a la producción de maíz, ésta podría reducirse para la siembra de otros cultivos. Un punto importante mostrado por estos Cuadros es que una hectárea de tierra utilizada como se describe anteriormente, puede producir casi todos los alimentos de la dieta básica y todavía dejar un excedente para alimentar a otras personas. En esta prueba no se llevaron registros de los subproductos de los vegetales o animales, aunque estos podrían tomarse en consideración en pruebas futuras, ya que pueden ser de utilidad en el sistema integrado, por ejemplo en la producción de gas biológico y fertilizante orgánico. Los residuos agrícolas, primer subproductos obtenido, pueden utilizarse como alimento para los animales.

El total de gastos fue de US\$1,679.76 que incluye el costo de la vaca y su ternero, así como la alimentación que hubo de ser comprada en este primer año. Las ventas de los productos trajo un total de US\$3,149.03. Artículos que dieron más del 15% del ingreso incluyeron leche, maíz y las dos cosechas de hortalizas. Esto, por supuesto, podría representar un problema para la adopción del sistema, ya que el granjero definitivamente preferiría producir cosechas de productos que le dieran un mayor ingreso económico. La suma total de alimentos consumidos por la familia de 5 miembros

fue de US\$1,036.70 de todos los productos alimenticios producidos basado en la dieta. Esto dejó al granjero un ingreso neto de US\$432.55. Esta cantidad por supuesto es baja y no permitiría que pudiera comprar otros artículos incluidos en la dieta, ni le permitiría cubrir otras necesidades materiales que quisiera poder adquirir para su familia. Una medida tentativa de 3.5 has se estableció como más adecuada para poder proporcionar un ingreso adecuado.

La prueba demostró que es posible producir de una hectárea de tierra más del 80% de alimentos necesarios para cubrir las necesidades de una familia de 5 miembros y para proporcionar los niveles nutricionales recomendados, manteniendo los hábitos alimentarios de la familia y proporcionando una variedad de alimentos atractiva y agradable. Sin embargo, para hacer dicha tierra productiva se requiere que el granjero tenga ciertos conocimientos y educación, acceso a programas de economía doméstica, ayuda durante los períodos de siembra y cosecha, recursos económicos para comprar los materiales necesarios para el inicio del sistema y encontrar mercado para el excedente producido.

El modelo permite la introducción de muchas variables y esquemas que merecen un estudio continuado. Existen, obviamente, otras actividades que podrían incorporarse al sistema de producción, como es la utilización del excremento para la producción de gas biológico. Esto podría llevar a una reducción en la cantidad de leña necesaria para cocinar o preparar los alimentos. El excremento podría también utilizarse como abono orgánico para la producción de hortalizas. También podría introducirse un pequeño estanque para peces de especies menores y los residuos de la cosecha de estos,

si no se incorporan a la tierra, podría darse como alimento a los rumiantes. Sin embargo, estas actividades adicionales sólo deberían introducirse cuando se haya tenido más experiencia en producción intensiva y diversificada.

Modelos similares deberían ser diseñados en diferentes zonas ecológicas, con diferentes cultivos. Asimismo, se debe buscar la mejor clase de animal a ser incorporado en el sistema mixto, ya que con uno o dos tipos de animales es suficiente, en base a la calidad nutritiva de los productos que es prácticamente la misma.

Estas actividades se diseñaron para ser llevadas a cabo por el hombre de la familia, pero la mujer y los hijos probablemente deberían colaborar en el sistema, si se desea que éste sea eficiente. La mujer podría tener a su cargo el cuidado de los animales pequeños, como usualmente sucede. Los programas de educación para enseñar técnicas de conservación de alimentos en el hogar, también asegurarán que ahí se contará siempre con disponibilidad de aquellos alimentos que no es posible obtener en las épocas secas. En el pasado se ha hecho énfasis en la optimización de la eficiencia de varias actividades y componentes del sistema de producción, sin dar mayor consideración al factor humano; el papel de la mujer puede ser importante en la optimización de todo el sistema de la cadena alimentaria, lo cual hasta ahora ha sido ignorado.

Durante los últimos 50 años se han propuesto soluciones para la erradicación de la malnutrición y las deficiencias nutricionales más específicas. Los sistemas integrados de producción, procesamiento y consumo

presentan oportunidades atractivas para ayudar a la solución de los problemas nutricionales y merecen su apoyo y aplicación a través de esfuerzos multidisciplinarios, de investigación, educación y transferencia de tecnología.

#### TRANSFERENCIA DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS

Como fuera indicado en este documento, existe hoy en día, alguna información y actividad sobre los sistemas de producción agrícola. Sin embargo, el enfoque ha sido el de producir más producto agrícola con el fin de aumentar el ingreso y no con objetivos de alimentación y nutrición. Se considera por consiguiente que la aplicación y transferencia de las tecnologías descritas en este documento no es un problema nuevo sino más bien requiere de algunas modificaciones que integren los sistemas de producción con los de procesamiento y consumo.

En base a una experiencia que se inició este año en El Salvador, la aplicación y transferencia de la tecnología requiere de los siguientes aspectos:

1. Formación de un equipo profesional multidisciplinario
2. Desarrollo del recurso humano multidisciplinario en pruebas experimentales de los aspectos importantes en cada sistema
3. Reconocimiento de base en la región de aplicación de los sistemas integrados
4. Disponibilidad de la tecnología específica de cada sistema individual e integrada

5. Diseño y validación de los aspectos específicos de cada sistema en forma individual e integrada, con los receptores de la tecnología
6. Desarrollo continuo de nuevas tecnologías para cada sistema
7. Evaluación

El equipo profesional multidisciplinario requiere de agrónomos y zootecnistas, en ciencia y tecnología de alimentos, en nutrición, en extensión agrícola y educación del hogar, economista agrícola y sociólogo. Estos profesionales deben ser sometidos a un desarrollo práctico de las características de los sistemas y de sus interacciones para estar preparados a los problemas que se presentaran al aplicar los sistemas.

El reconocimiento de base es posiblemente el aspecto más importante en el proceso de aplicar la tecnología de los sistemas.

Los elementos a considerar son los siguientes:

- Reconocimiento de la zona agrícola (suelo, régimen de lluvias, disponibilidad de agua, altura, temperatura)
- Sistemas de producción practicada por agricultores (cultivos, épocas, prácticas agrícolas, mercadeo)
- Rendimientos, actividades de postcosecha, mercados
- Reconocimiento de los agricultores
  - Dueños o arrendatarios
  - Individuales o en cooperativa

- Areas cultivadas
- Capacidad socioeconómica
- Reconocimiento del hogar del agricultor (número de individuos en familias, disponibilidad de materiales, animales y manejo, adquisición de alimentos).

Antes de la aplicación de los sistemas integrados de producción, procesamiento y consumo, es necesario disponer de las tecnologías que se aplicarán en el desarrollo de los sistemas. Esto deberá existir o tendrá que desarrollarse junto con el entrenamiento del personal multidisciplinario como fuera indicado anteriormente.

Una vez se dispone de las informaciones indicadas anteriormente se procede al diseño del sistema de producción así como los del sistema de procesamiento y consumo. Deberá establecerse un sistema de validación continua, así como el desarrollo de nuevas tecnologías para su incorporación cuando sea necesario. Además de la validación continua debe planificarse una evaluación de impacto.

Además de las consideraciones anteriores, otro aspecto de mucha importancia es el receptor de estas tecnologías. Aquí existen varias posibilidades que deberán ser evaluadas. En una situación, los sistemas integrados se podrán aplicar a los agricultores individuales dueños de parcelas. Si son parcelas de 0.75 a 1 ha o más, las posibilidades de aplicar los sistemas completos son buenas. Si son menores habría que seleccionar entre cultivos, entre los básicos y los suplementarios. En el caso de cooperativas, la producción de los componentes de los sistemas de producción

pueden ser repartidos para tener luego una distribución centralizada.

Debido a la poca experiencia que existe en este campo de sistemas integrados de producción, procesamiento y consumo, es importante realizar análisis de las posibilidades y opciones que existen para que sea posible aplicar la tecnología desarrollada.

BIBLIOGRAFIA

- BRESSANI, R. Complementary amino acid patterns. Chapter 16. 149-166, 1974. In: Nutrients in Processed Foods. Proteins. Ed. P.L. White & D. C. Fletcher. Publishing Sciences Group, Inc. Acton, Mass.
- BRESSANI, R. The role of soybeans in food systems. J. A. O. C. S. 58:392-400, 1981.
- BRESSANI, R. Sistemas de producción, alimentación y nutrición. Seminario-Taller Regional sobre Elaboración de Hojas de Balance de Alimentos - CADESCA. 27-31 julio, 1987.
- BRESSANI, R. World needs for improved nutrition and the role of vegetables and legumes. Asian Vegetable Research and Development Center. 10th Anniversary Monograph Series. Shanhua, Taiwan, Rep. of China. 1983.
- BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. All-vegetable protein mixtures for human feeding. The development of INCAP vegetable mixture 14 based on soybean flour. J. Food Sci. 31:626-631, 1967.
- BRESSANI, R.; ELIAS, L. G. Nutritional value of legume crops for humans and animals. Advances in Legume Sciences 1980. Ed. R. J. Summerfield and A. H. Bunting.
- BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; MOLINA, M. R.; NAVARRETE, D. A. Composition and potential use of some tropical fruits. Arch. Latinoamer. Nutr. 27:475-493, 1977.
- BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Improvement on the protein quality of corn with soybean protein. p. 24-65. In: Nutritional Improvement of Food and Feed proteins. Ed. M. Friedman. Advances in Experimental Medicine and Biology. Vol. 105, 1978. Plenum Press, New York.
- BRESSANI, R.; IBÁÑEZ, E.; GONZALEZ, J. M. Small-scale integrated agricultural production Family Farm. Food and Nutrition Bulletin 8:30-36, 1986.
- BRESSANI, R.; MURILLO, B.; ELIAS, L. G. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. J. Food Sci. 39:577-580, 1974.
- BRESSANI, R.; NAVARRETE, D. A.; ELIAS, L. G. The nutritional value of diets based on starchy foods and common beans. Plant Foods Human Nutr. 34:109-115, 1984.

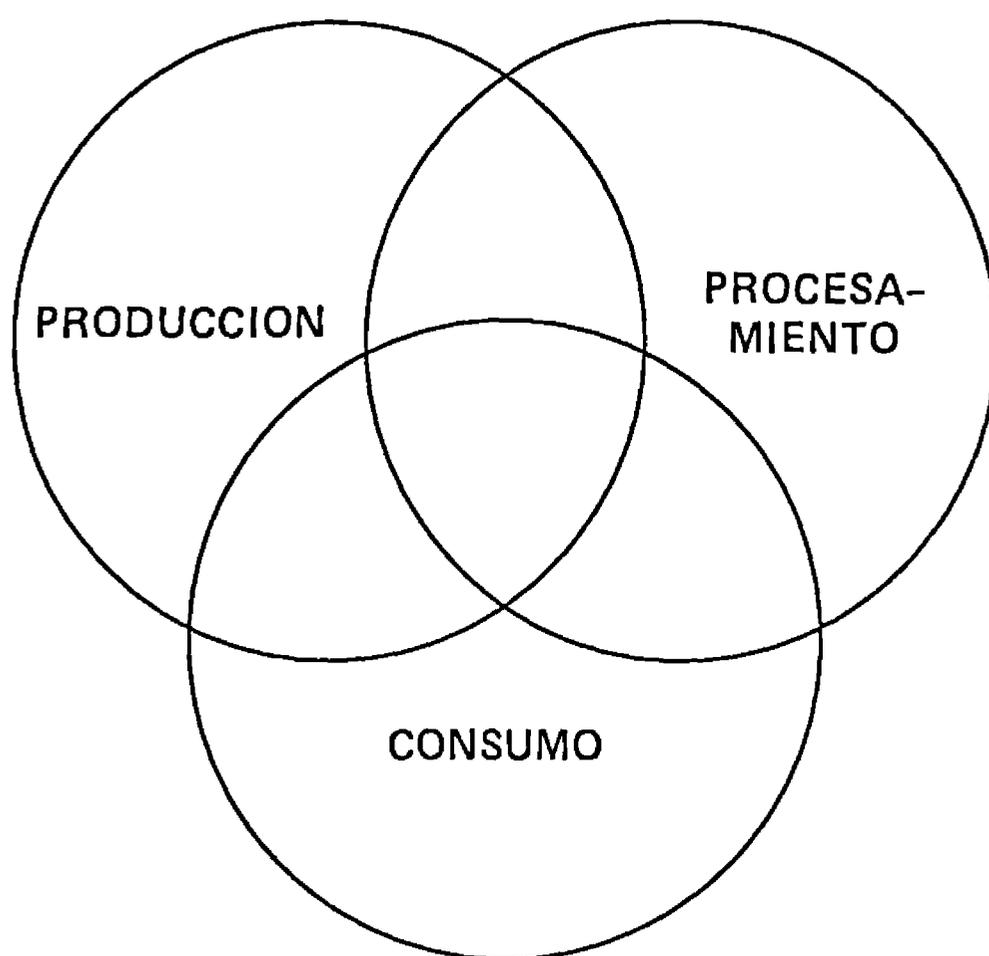
- CONTRERAS, G.; ELIAS, L. G.; BRESSANI, R. Limitations of corn (*Zea mays*) and common beans (*Phaseolus vulgaris*) diets as protein and calorie sources. *Plant Foods Human Nutr.* 30:145-153, 1980.
- CONTRERAS, G.; ELIAS, L. G.; BRESSANI, R. Efecto de la suplementación con vitaminas y minerales sobre la utilización de la proteína de mezclas de maíz:frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 31:808-826, 1981.
- DE WALT, B. R.; DE WALT, K. M. Sistemas de cultivo en Pespire, Sur de Honduras: Un enfoque de agroecosistemas. Instituto Hondureño de Antropología e Historia. INTSORMIL, 1982.
- KHAN, N. H.; BRESSANI, R. Preparation and nutritional quality of high protein food extracts from immature corn, whole soybean and dry whole milk. *Plant Food Human Nutr.* 37:141-149, 1987.
- NAVARRETE, D. A.; BRESSANI, R. Protein digestibility and protein quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*) fed alone and with maize, in adult humans using a short-term nitrogen balance assay. *Amer. J. Clinical Nutr.* 34:1893-1848, 1981.
- VARGAS, E.; BRESSANI, R.; ELIAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 32:579-600, 1982.
- ZANDSTRA, H. G.; PRICE, E. C.; LITSINGER, J. A.; MORRIS, R. A. Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca. CIID, 156 p., 1986. IDRC - 215s.

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y  
CONSUMO DE ALIMENTOS

---

- El concepto
  - Los sistemas individuales
  - Integración de los sistemas individuales en un modelo teórico
  - Resultados de un modelo experimental
  - Transferencia
-

**SISTEMAS INTEGRADOS: PRODUCCION,  
PROCESAMIENTO, CONSUMO**



**INVESTIGACION  
TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGIA**

**EDUCACION  
EVALUACION**

**Incap 89-339**

CUADRO 1

SISTEMAS DE PRODUCCION DE ALIMENTOS

Son prácticas agrícolas, cuyo fin es asegurar diversidad de productos agrícolas con objetivos de alimentación, nutrición e ingreso, a través del uso y control eficiente de las variables ecológicas, de la tierra, de los insu-  
mos y mano de obra, que intervienen en Producción

CUADRO 2

ALGUNOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

Por Cultivos

1. Sistemas asociados
2. Sistemas intercalados
3. Sistemas en relevo
4. Sistemas mixtos (vegetal/animal)

Por Prácticas Agrícolas

1. Sistema de cultivo migratorio
2. Sistema de cultivo de corte y mulch
  - maíz de postrera
  - maicillera
  - guatera (forraje)
3. Sistema de cultivo por roza, tumba y quema
4. Sistema de rotación de cultivos
5. Sistema de labranza mínima

CUADRO 3

CULTIVOS EN CINCO SISTEMAS DE FINCA EN CHIMALTENANGO,  
GUATEMALA

Sistema	Cultivos	Orientación	Productores %
1	Maíz-Frijol Trepador	Subsistencia	12.8
2	Maíz-Frijol Trepador Trigo, Frijol de Suelo	Subsistencia Comercial	20.5
3	Maíz y Frijol asociados Arveja dulce, Guicoy y Trigo y papa	Comercial	38.5
4	Igual que el 3 y crucíferos	Comercial	17.9
5	Igual que el 4 y Arveja China	Comercial	10.3

Reyes-Hernández y col., 1985.

## CUADRO 4

## SISTEMAS DE CULTIVO - PESPIRE, HONDURAS, 1980

Cultivo	Sistema de corte y mulch	
	No. de casas	% de la muestra
Maíz (postrera)	39	75
Sorgo (maicillera)	8	15
Sorgo (guatera)	29	56
	Sistema de Roza, Tumba y Quema	
Maíz y sorgo (Primera siembra)	45	87
	Cultivos secundarios	
Ayote	21	40
Yuca	15	29
Frijol cowpea	13	25
Zacate jaraguá	26	52
Sandía	7	14
Melón	3	6
Arroz	2	4
Ajonjolí	2	4
Calabaza	1	2

de Walt & de Walt, 1982.

## CUADRO 5

ESPECIES PECUARIAS CRIADAS POR AGRICULTORES. CHIMALTENANGO, GUATEMALA  
1984

Especie	Total Unidades	Agricultores (n = 22)
<u>Bovinos</u>	20	10
Vacas (9)		
Novillos (2)		
Novillas (2)		
Terneros (5)		
Ternereras (2)		
<u>Equinos</u> (yeguas)	3	3
<u>Porcinos</u> (engorde)	25	12
<u>Aves</u>		
Gallinas (211)		
Gallos (22)		
Pollos (81)		
Patos (9)		
Pavos (6)		
Palomas (37)	366	18
<u>Apícola</u>	9	2
<u>Cunícula</u>	8	1

CUADRO 6  
SISTEMAS DE CONSUMO

- 
1. Cereal/leguminosa de grano
  2. Alimentos almidonados/leguminosa de grano
  3. Cereal/oleaginosa
  4. Los anteriores con alimentos de origen animal
-

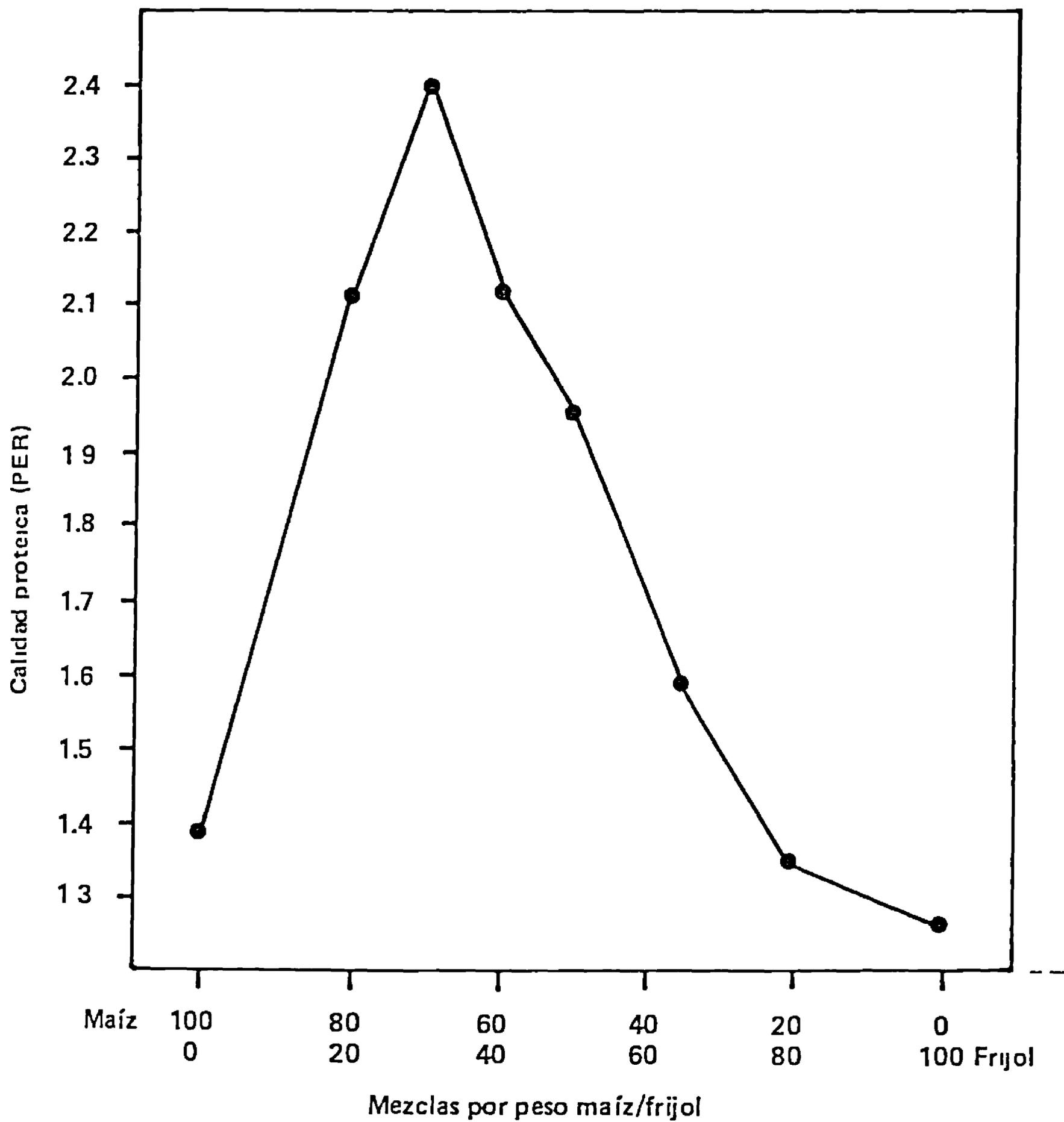
CUADRO 7  
SISTEMAS DE CONSUMO DE ALIMENTOS

Son modelos de consumo que indican las limitaciones y/o las calidades nutricionales entre dos o más alimentos, y que pueden ser guía para:

1. La introducción de prácticas de alimentación que se traduzcan en mejor nutrición
2. El desarrollo de productos alimenticios
3. Seleccionar los productos agropecuarios en los sistemas de producción agrícola
4. Fines de mejoramiento fitogenético o de procesamiento de los productos de los sistemas

FIGURA 2

VALOR NUTRITIVO DE MEZCLAS DE MAÍZ Y FRIJOL

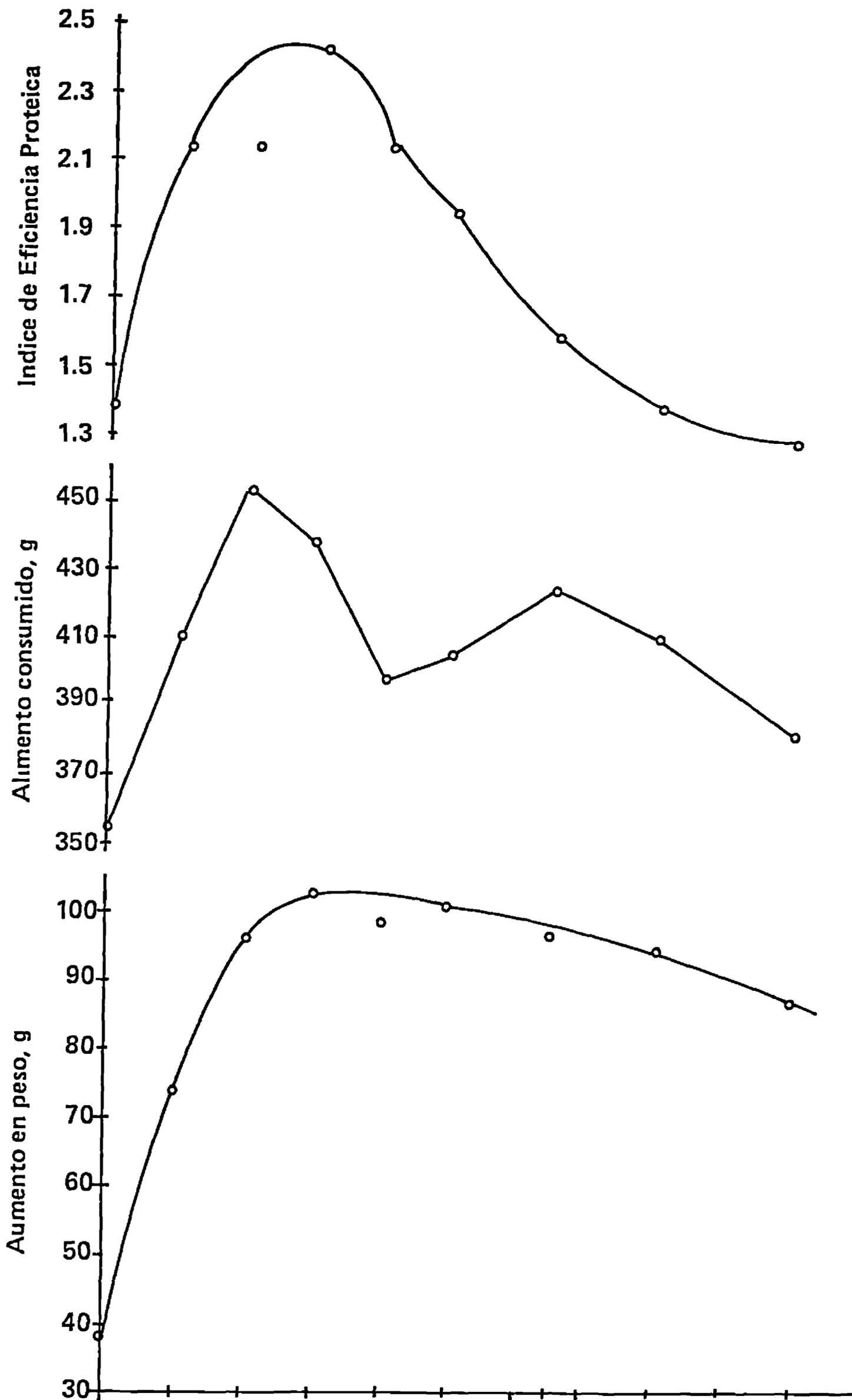


Bressani, 1983.

Incap 86-639

FIGURA 3.

COMPLEMENTACION MAIZ/FRIJOL  
PROTEINA EN DIETA LIBRE



Prot. o/o Cal.	8.0	9.0	10.3	11.2	12.5	13.4	15.7	17.6	20.0
o/o Prot.	7.6	8.5	9.0	10.5	11.6	12.8	14.4	16.0	18.7
Relación M/F	100	80	80	70	60	50	35	20	0
	0	10	20	30	40	50	65	80	100

CUADRO 8

NITROGENO RETENIDO EN NIÑOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES PROPORCIONES DE MAÍZ Y FRIJOL COMUN

Cantidad ofrecida			Nitrógeno	
Maíz	Frijol	Maíz/Frijol	Ingerido	Retenido
g/kg/día			mg/kg/día	
13	2	6.5*	230-240*	24-50
12	3	4.0*	260-270*	46-56
12	5	2.4**	330-370**	102-128

\* Ofrecido a un nivel fijo.

\*\* Ofrecido libremente

Fuente: Viteri y col., 1982.

CUADRO 9

APLICACION DE LOS RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONSUMO MAIZ/FRIJOL A UN SISTEMA  
DE PRODUCCION

	g/día		kg/año	
	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol
1. Sistema de consumo - maíz/frijol calidad proteínica óptima	70	30	26	11
2. Consumo frijol familia de 5 : (H (65 g); M (50 g); 3 h (90 g))	471	205	173	75
3. Area tierra requerida maíz en base a 1200 kg/ha	-	-	0.14 ha	-
4. Area de tierra requerida frijol en base a 500 kg/ha	-	-	-	0.15 ha

## CUADRO 10

NIVELES DE INGESTION DE PROTEINA Y CALORIAS UTILIZABLES DERIVADOS  
DEL SISTEMA DE CONSUMO MAIZ Y FRIJOL

	Maíz g	Frijol g	Total g	Calidad %	Ingesta Neta Proteína g	Ingesta Neta Calorías
Consumo	0	100	100	-	-	-
g proteína	-	22	22	22.2	4.9	-
Calorías	-	320	320	75	-	240
Consumo	70	30	100	-	-	-
g proteína	6.3	6.6	12.9	74.1	9.6	-
Calorías	252	96	348	85	-	295
Consumo	85	15	100	-	-	-
g proteína	7.6	3.3	10.9	59.2	6.4	-
Calorías	306	48	354	88	-	311
Consumo	100	0	100	-	-	-
g proteína	9	-	9	40.7	3.7	-
Calorías	360	-	360	90	-	324

% Proteína: Maíz, 9.0; Frijol, 22.

Calorías/q00 g: Maíz, 360; Frijol, 320.

CUADRO 11

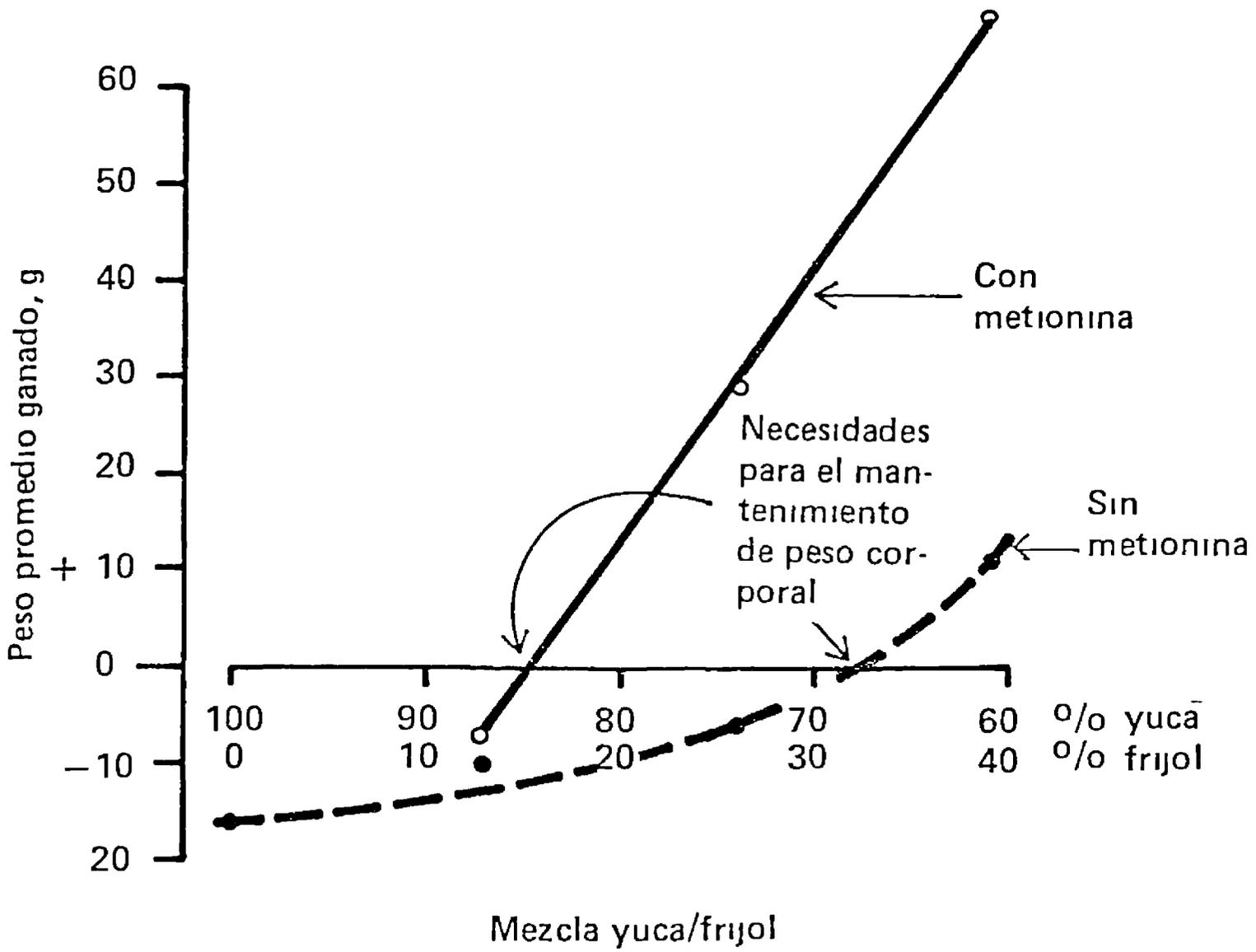
AUMENTO EN PESO PROMEDIO (g) DE RATAS ALIMENTADAS CON VARIOS ALIMENTOS  
ALMIDONADOS Y DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE FRIJOL COCIDO

Nivel de Frijol (%)	Nivel de Alimento Almidonado, %	Yuca	Plátano	Patata	Camote	Almidón de maíz
0	100	-13	-12	54	-14	-14
10	90	- 7	- 1	71	-11	- 6
20	80	9	11	76	- 2	2
30	70	22	34	87	6	22
40	60	34	59	88	22	46

Bressani y col. (1984).

FIGURA 4

EFFECTO DE LA CALIDAD PROTEINICA EN DIETAS A BASE DE YUCA



## CUADRO 12

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACION INDIVIDUAL Y COMBINADA DE GRUPOS DE NUTRIENTES  
A UNA DIETA DE MAIZ Y FRIJOL (70/30) SOBRE EL CRECIMIENTO  
DE CERDOS JOVENES

Tratamiento Nutricional	Aumento en peso, g	Alimento Consumido, kg
Ninguno	10.88	63.7
+ Aminoácidos*	13.63	73.3
+ Vitaminas	15.88	78.3
+ Minerales	17.88	86.8
+ Calorías	8.63	60.5
Todos	37.00	117.4
85% Maíz: 15% Frijol	2.35	47.8
Control	54.88	157.7

Período experimental: 12 semanas.

Cuatro animales/grupo de 5 semanas de edad.

\* Lisina, Metionina, Triptofano.

## CUADRO 13

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACION INDIVIDUAL Y COMBINADA DE GRUPOS DE NUTRIENTES A UNA DIETA DE MAIZ Y FRIJOL (87/13) SOBRE EL CRECIMIENTO DE CERDOS JOVENES

Tratamiento nutricional	Aumento en peso, g	Alimento consumido, kg
Ninguno	2.35	47.8
+ Aminoácidos	14.75	78.7
+ Vitaminas	8.50	65.0
+ Minerales	14.63	84.0
+ Calorías	6.00	54.6
Todos	35.00	118.8
-----		
70% maíz; 30% frijol	10.88	64.6
Control	54.88	157.7

Período experimental: 12 semanas.

Cuatro animales/grupo de 5 semanas de edad.

Lisina, Metionina, Triptofano.

## CUADRO 14

EFECTO DE LA SUPRESION DE ALGUNAS VITAMINAS EN DIETAS A BASE DE MAIZ Y  
FRIJOL (87/13)

(RATAS EN CRECIMIENTO)

Vitamina ausente	Maíz/Frijol	Maíz/Frijol/ AA
	Proteína utilizable %	Proteína utilizable %
Ninguna	6.45 ± 0.41	7.14 ± 0.19
Vit. A (1)	5.86 ± 0.25	6.81 ± 0.24
Tiamina (2)	6.20 ± 0.25	6.74 ± 0.29
Niacina (3)	6.24 ± 0.37	7.01 ± 0.33
Riboflavina (4)	6.33 ± 0.18	6.46 ± 0.40
Piridoxina (5)	6.39 ± 0.12	6.71 ± 0.15
(1,2,3,4,5)	6.17 ± 0.17	6.32 ± 0.27

Contreras, Elías, Bressani. ALAN: 31:808, 1981

## CUADRO 15

EFECTO DE LA SUPRESION DE ALGUNOS MINERALES EN DIETAS A  
BASE DE MAIZ Y FRIJOL (87/13)  
(RATAS EN CRECIMIENTO)

Mineral ausente	<u>Maíz/Frijol</u> Proteína utilizable %	<u>Maíz/Frijol/AA</u> Proteína utilizable %
Ninguno	6.29 ± 0.41 (a)	7.14 ± 0.19 (a)
Magnesio (1)	5.44 ± 0.19 (b)	6.56 ± 0.15 (a)
Hierro (2)	5.82 ± 0.23 (ab)	6.71 ± 0.27 (a)
Zinc (3)	5.91 ± 0.28 (ab)	6.40 ± 0.16 (a)
Yodo (4)	6.02 ± 0.27 (ab)	6.52 ± 0.21 (a)
(1,2,3,4)	5.73 ± 0.16 (ab)	6.48 ± 0.15 (a)

Contreras, Elías, Bressani. ALAN 31:808,1981.

CUADRO 16

EFFECTO SUPLEMENTARIO DEL BLEDO SOBRE EL VALOR PROTEINICO DE UNA  
DIETA DE MAIZ Y FRIJOL

Tratamiento	Aumento en peso promedio g	Alimento ingerido g	Indice calidad proteica
Dieta basal (DB) <sup>a</sup>	58	337	1.84
DB <sup>a</sup> + 5% Har. Bledos <sup>c</sup>	100	420	2.32
Dieta Basal (DB) <sup>b</sup>	37	268	1.48
DB <sup>b</sup> + 5% Har. Bledos <sup>c</sup>	67	327	1.96

a. Suplementada con vitaminas y minerales

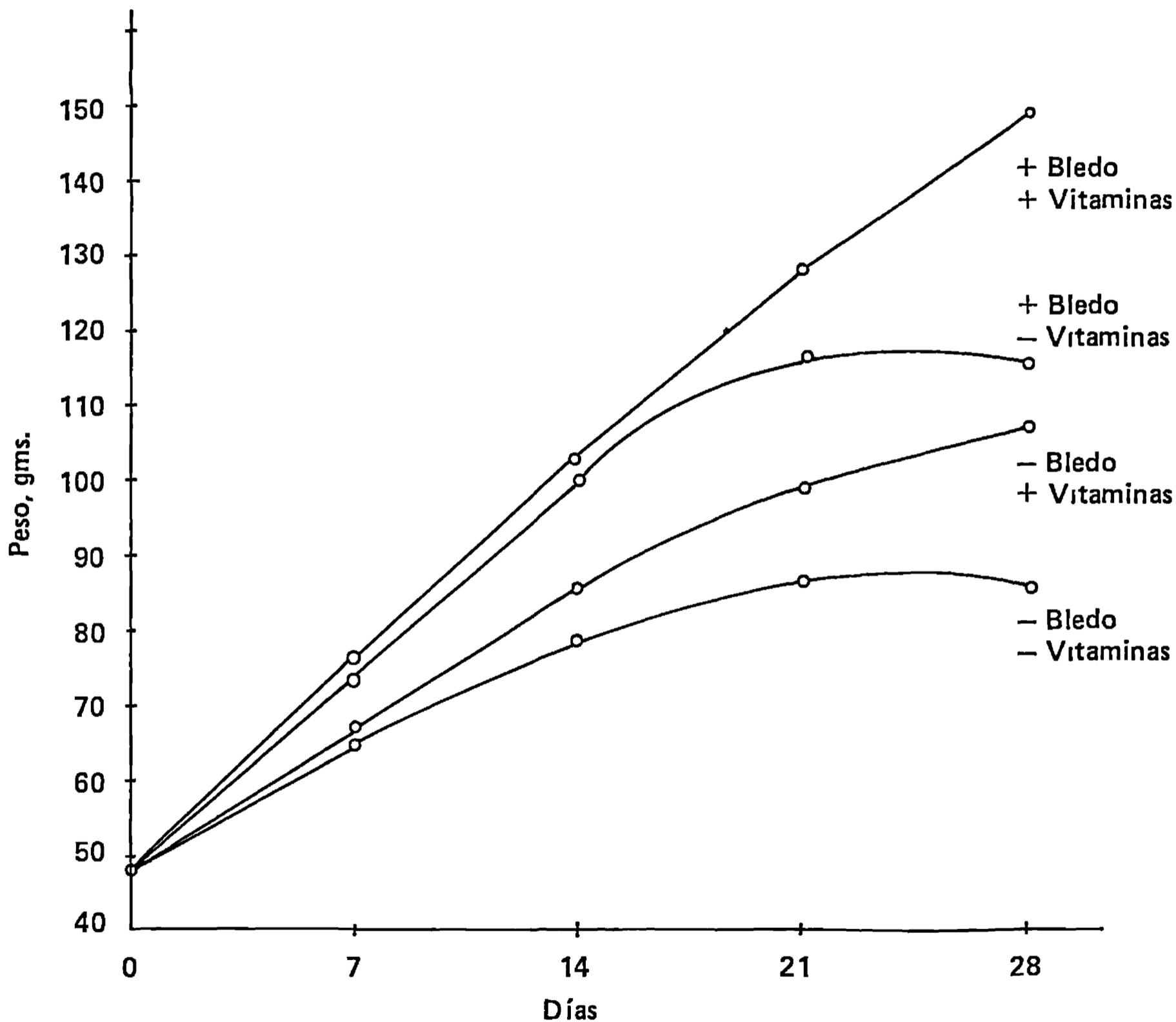
b. Sin suplementos de vitaminas y minerales

c. Amaranthus cruentus

Bressani y col. 1986.

FIGURA 5

EFFECTO SUPLEMENTARIO DEL BLEDO (AMARANTO) A UNA DIETA BASAL DE MAIZ (90) FRIJOL (10) (5% HARINA BLEDO)



## CUADRO 17

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE LA DIETA MAIZ/FRIJOL CON  
LA ADICION DE CARNE DE POLLO Y/O RES

Cantidad de carne en dieta, % *	Carne de pollo		Carne de res	
	ganancia en peso, g	PER	ganancia en peso, g	PER
0	54	2.13	60	2.26
10	80	2.47	74	2.50
20	83	2.65	85	2.72
30	105	3.01	111	3.06

\* Carne de pollo o de res

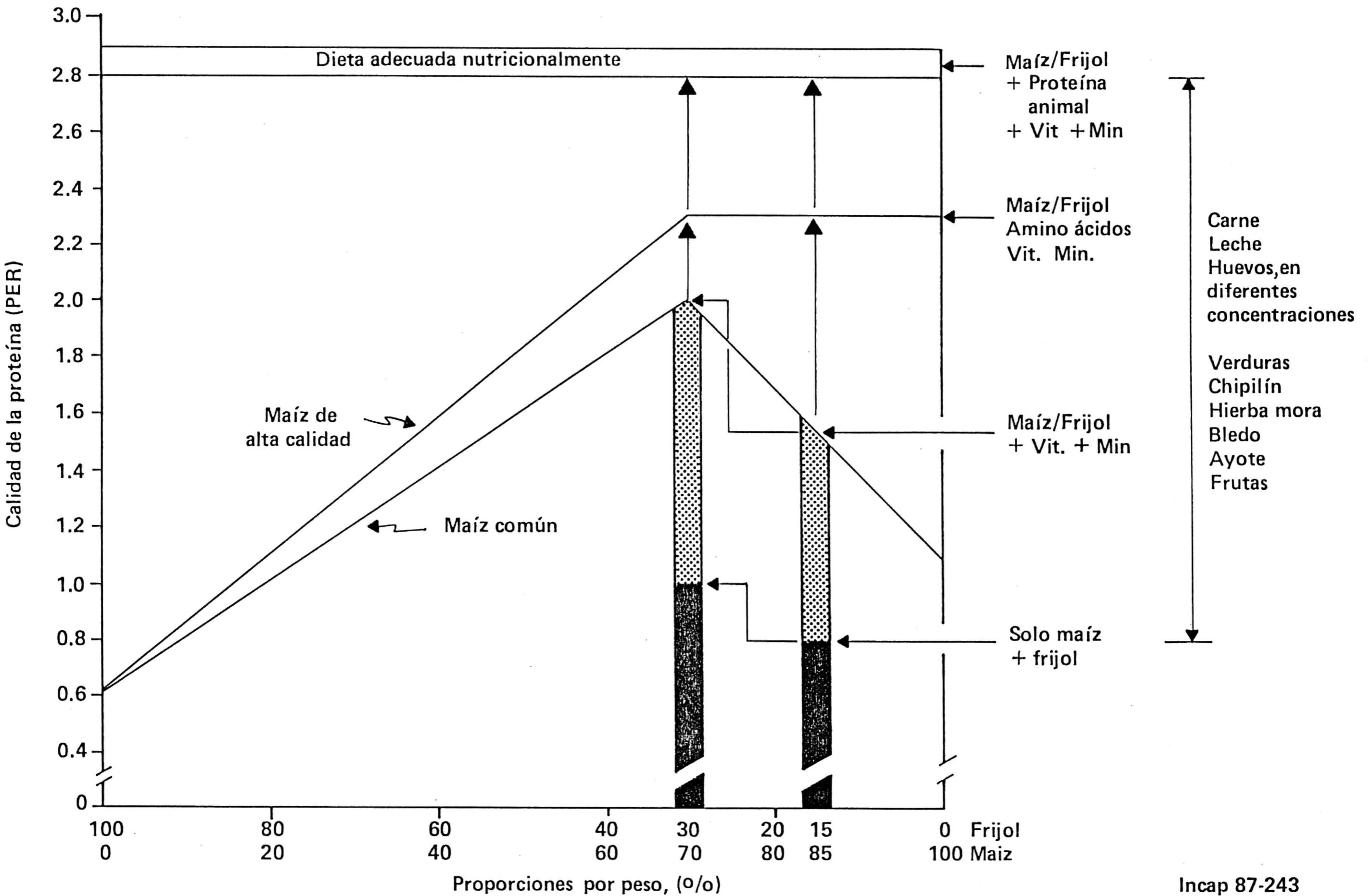
## CUADRO 18

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE LA DIETA YUCA/FRIJOL CON  
LA ADICION DE CARNE DE POLLO O DE RES

Cantidad de carne en la dieta, % *	carne de pollo		carne de res	
	ganancia en peso, g	PER	ganancia en peso, g	PER
0	23	1.31	20	1.21
10	42	1.72	31	1.54
20	48	1.98	46	1.93
30	64	2.26	53	1.93

\* Carne de pollo o de res

# MEJORAMIENTO NUTRICIONAL DEL SISTEMA DE CONSUMO MAÍZ/FRIJOL

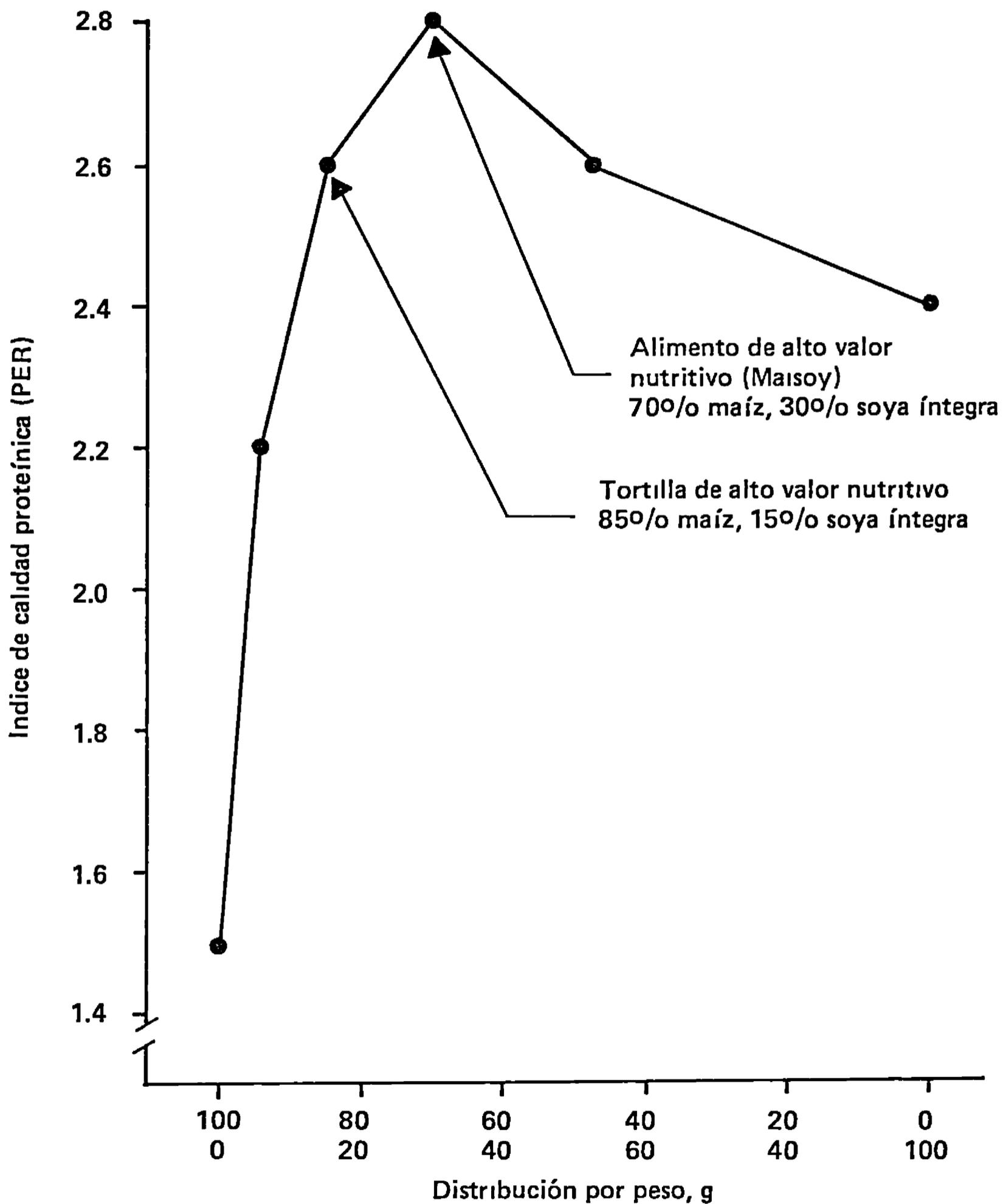


CUADRO 19

SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Son prácticas de procesamiento que permiten almacenar, conservar, transformar y desarrollar alimentos a nivel del hogar, para fines de diversificar y mejorar la aceptabilidad, calidad y valor nutritivo de la dieta de la familia y para otros sistemas de producción (animal) y consumo.

COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANO DE SOYA Y DEL MAIZ



Bressani y col., 1972.

Incap 87-242

CUADRO 2)

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE LA TORTILLA CON 15% DE SOYA INTEGRAL PROCESADA POR NIXTAMALIZACION

Suplemento al maíz nixtamalizado	Aumento en peso promedio g	Indice de calidad de la proteína, PER
Ninguno	31	1.65
+ 15% soya íntegra	106	2.46
+ 8% Harina de soya	89	2.50

Bressani et al., 1978.

CUADRO 21

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD PROTEINICA DE UNA DIETA DE MAIZ Y FRIJOL CON EL MAIZ FORTIFICADO CON PROTEINA DE SOYA

Suplemento	Aumento en peso promedio, g	PER	Proteína Utilizable, %
Dieta Maíz/Frijol*	52 $\pm$ 4.4	1.75 $\pm$ 0.12	4.4
Dieta Maíz/Frijol con el maíz fortificado con soya	120 $\pm$ 5.4	2.50 $\pm$ 0.06	8.2

Dieta Maíz/Frijol en proporción 90/10

Bressani et al., 1978.

**UN SISTEMA DE CONSUMO BASADO EN FRIJOL Y SOYA INTEGRAL PARA SER DESARROLLADO A NIVEL DE COMUNIDAD**

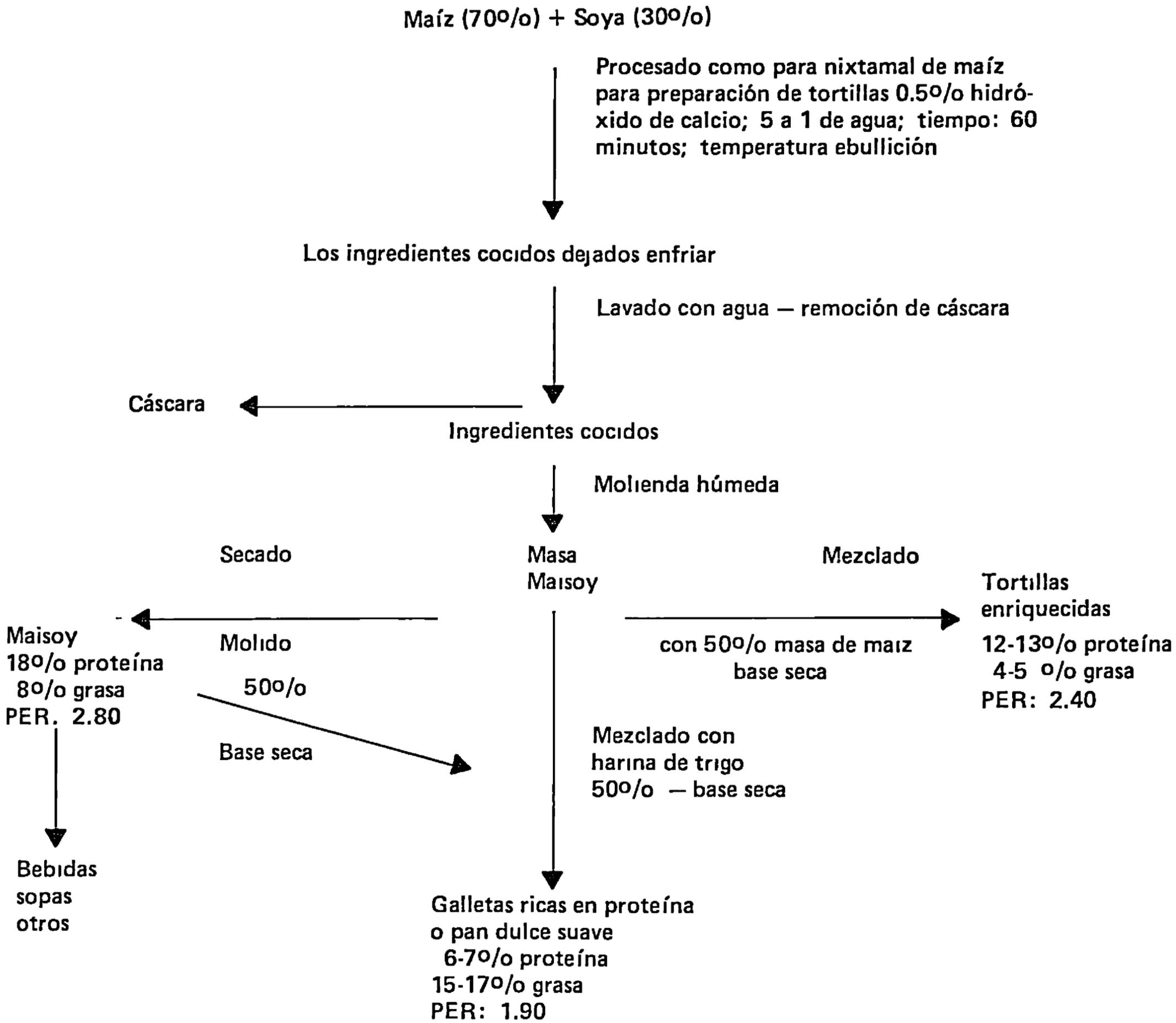
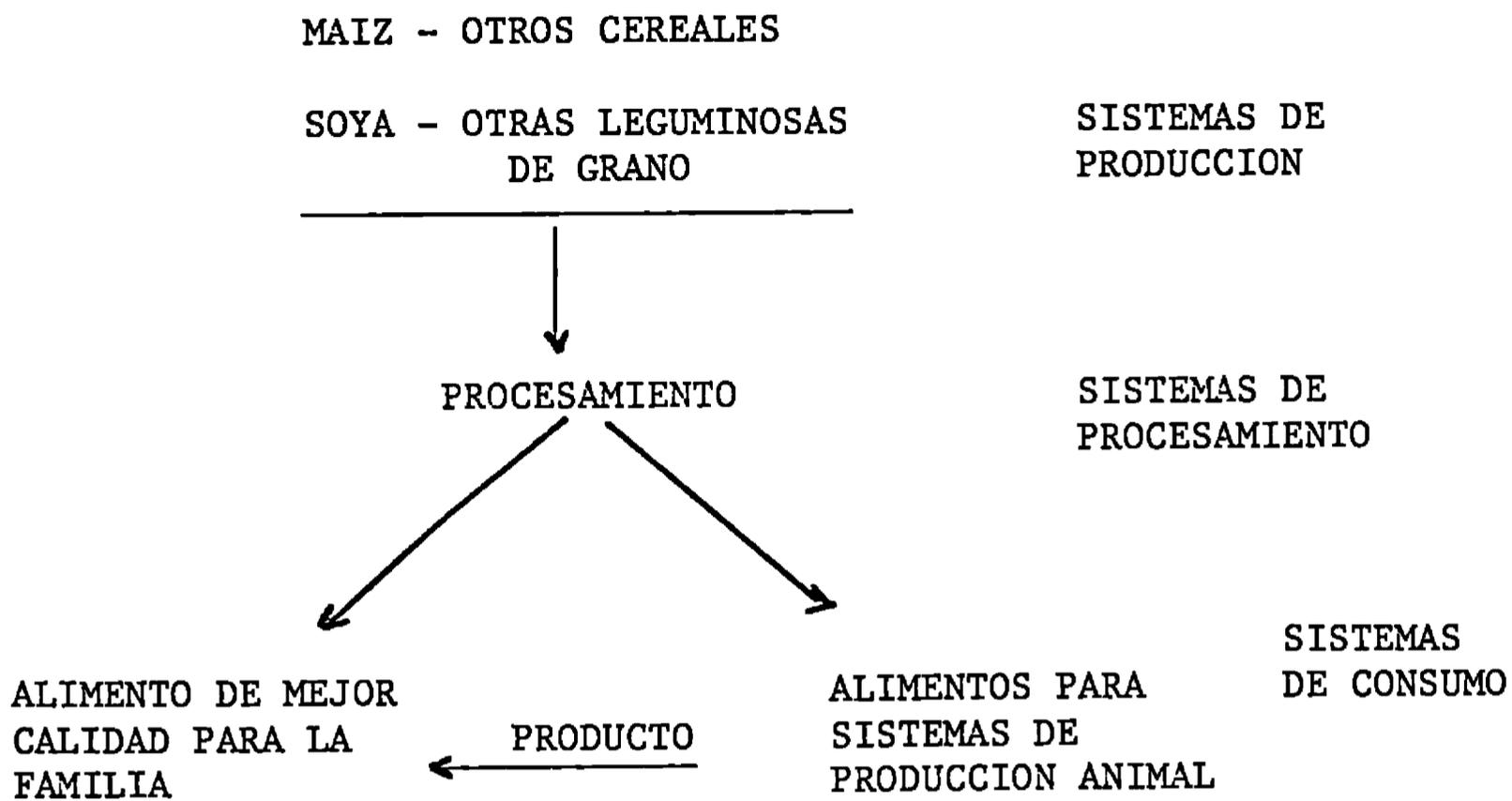


FIGURA 9

USOS POTENCIALES DEL SISTEMA DE PRODUCCION MAIZ/SOYA



APLICACION DE LOS RESULTADOS DEL SISTEMA DE COMPLEMENTACION MAIZ/SOYA A UN  
SISTEMA DE PRODUCCION AGRICOLA

Consumo de maíz como tortilla	g/día	kg/año	Requerimiento tierra, hectáreas
Hombre	500	-	-
Mujer	350	-	-
Niños, 3x150	450	-	-
<b>Total</b>	<b>1300</b>	<b>475</b>	<b>0.39</b>
Consumo de maíz como atol			
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>73</b>	<b>0.06</b>
Consumo total de maíz			
<b>Total</b>	<b>1500</b>	<b>548</b>	<b>0.45</b>
Necesidad de soya para atol de maíz fortificado (7/3)		32	
Necesidad de soya para tortilla fortificada (8.5/1.5)		84	
<b>Total</b>		<b>116</b>	<b>0.06</b>

## CUADRO 23

## NECESIDADES DE MAIZ Y SOYA EN UN SISTEMA MIXTO DE PRODUCCION CON AVES DE CORRAL

---

Gallinas:	8 (5 a 6 huevos/día)		
Consumo de ración aproximado por año:		292 kg	
Pollos:	50 (un pollo/semana)		
Consumo de ración aproximado por año:		175 kg	
Total, alimento por año		467 kg	
Alimento (70/30 Maíz/Soya)			
	Total maíz	327 kg	
	Total soya	140 kg	
Total Maíz		<u>kg</u>	<u>ha tierra</u>
	Consumo directo (tortilla)	548	
	Consumo por aves	327	
	<u>Total</u>	<u>875</u>	<u>0.58</u>
Total Soya			
	Consumo directo (tortilla, atol)	116	
	Consumo por aves	140	
	<u>Total</u>	<u>256</u>	<u>0.13</u>

---

## CUADRO 24

## EJEMPLOS: SISTEMAS DE PROCESAMIENTO

Producto del Sistema de producción agrícola	Producto del Sistema de procesamiento	Calidad Proteínica	
		Proteína PER	Calorías
Maíz*	Tortilla	0.95	358
Maíz (85) Soya (15)*	Tortilla, Tamalitos	1.98	368
Maíz (70) Soya (30)*	Atol	2.20	380
Maíz (67) Soya (28) Bledo (5)	Papilla	2.20	375
-----			
Frijol**	Cocido	1.40	343
Frijol (75) Soya (25)**	Cocido	2.10	360
Frijol (75) Soya (25) Maíz (85)	Cocido, Tortilla	2.50	360
-----			
Maíz/Frijol		1.84	-
Maíz/Frijol - Amaranto (5)	Pupusas, Tamalitos	2.31	-
-----			
Maíz, Frijol Soya, Carne (30%)	Varios productos	> 2.50	360
-----			
Maíz (60) Soya (40)***	Carne de pollo	> 2.50	132
Producción animal	Huevos	> 2.50	160

## CUADRO 25

## SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCION PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS

## EJEMPLO TEORICO - PRODUCCION MIXTA

No. 1

Sistema de Consumo	Alimentos g/persona/día					
	Maíz	Frijol	Plátano	Soya	Carne	Verdura
Maíz/Soya + Frijol	59.5	19.5	-	11.0	-	-
Maíz/Soya (Bebida)	35.0	-	-	15.0	-	-
Plátano + Frijol	-	20.0	80.0*	-	-	-
Maíz/Soya (Tortilla)	170.0	-	-	-	-	-
Maíz + Frijol + Carne	72.0	8.0	-	30.0	30.0*	-
Maíz + Frijol + Verdura	85.5	9.5	-	-	-	5.0*
Total/persona/día, g	422	57	80	56	30	5
Total/familia/día**, g	1115	150	211	148	79	15
Total/familia/año, kg	410	55	78***	54	29***	6***

\* En base seca. Base natural: Plátano:1067 g; Carne pollo: 100 g; Verdura: 50 g

\*\* % del consumo total: hombre: 38%; Mujer: 27%; hijos (3): 35%

\*\*\* Base natural: plátano: 100 kg; carne pollo: 100 kg; Verdura: 60 kg

CUADRO 26

SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS

EJEMPLO TEORICO - PRODUCCION MIXTA

No. 2

MAIZ Y SOYA PARA PRODUCCION POLLOS

---

Total/familia/año de carne de pollo:	100 kg
de pollo vivo:	160 unidades
Pollo 1.6 kg 8 semanas consumo promedio (soya 30 maiz 70))	3 5 kg
Consumo 160 pollos concentrado	560 kg
maíz	392 kg
soya	168 kg

---

## CUADRO 27

SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCION PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS

EJEMPLO TEORICO PRODUCCION MIXTA

No. 3

Alimento	Total productos y área de tierra requerida			Area, ha
	Hombre	Pollo	Total	
Maíz	410	392	802	0.535
Frijol	55	-	55	0.092
Plátano	100	-	100	-
Soya	54	168	222	0.111
Carne pollo	100	-	100	-
Verdura	50	-	50	0.050
TOTAL, AREA				0.788

## CUADRO 28

## SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTOS

## EJEMPLO TEORICO - PRODUCCION MIXTA

No. 4

## RENDIMIENTO DE CALORIAS Y PROTEINA

Alimento	Necesidad kg/año	Caloría kcal	Proteína kg
Maíz	410	1480	38.5
Frijol	55	187	12.1
Plátano	100*	122	1.0
Soya	54	227	18.4
Carne pollo	100*	170	18.2
Verdura	50*	22	1.8
TOTAL	632	2208	90.0

Dieta

Proteína, %	14.2
Proteína utilizable, %	11.1 (78% B.V.)
Calorías, por 100 g	350
Calorías utilizables,	332 (95%)
Cal, proteínas/calorías totales, %	13.4

## CUADRO 29

ALIMENTOS EN UNA DIETA DE CALIDAD NUTRITIVA ADECUADA Y ACEPTABLE AL  
CONSUMIDOR

---

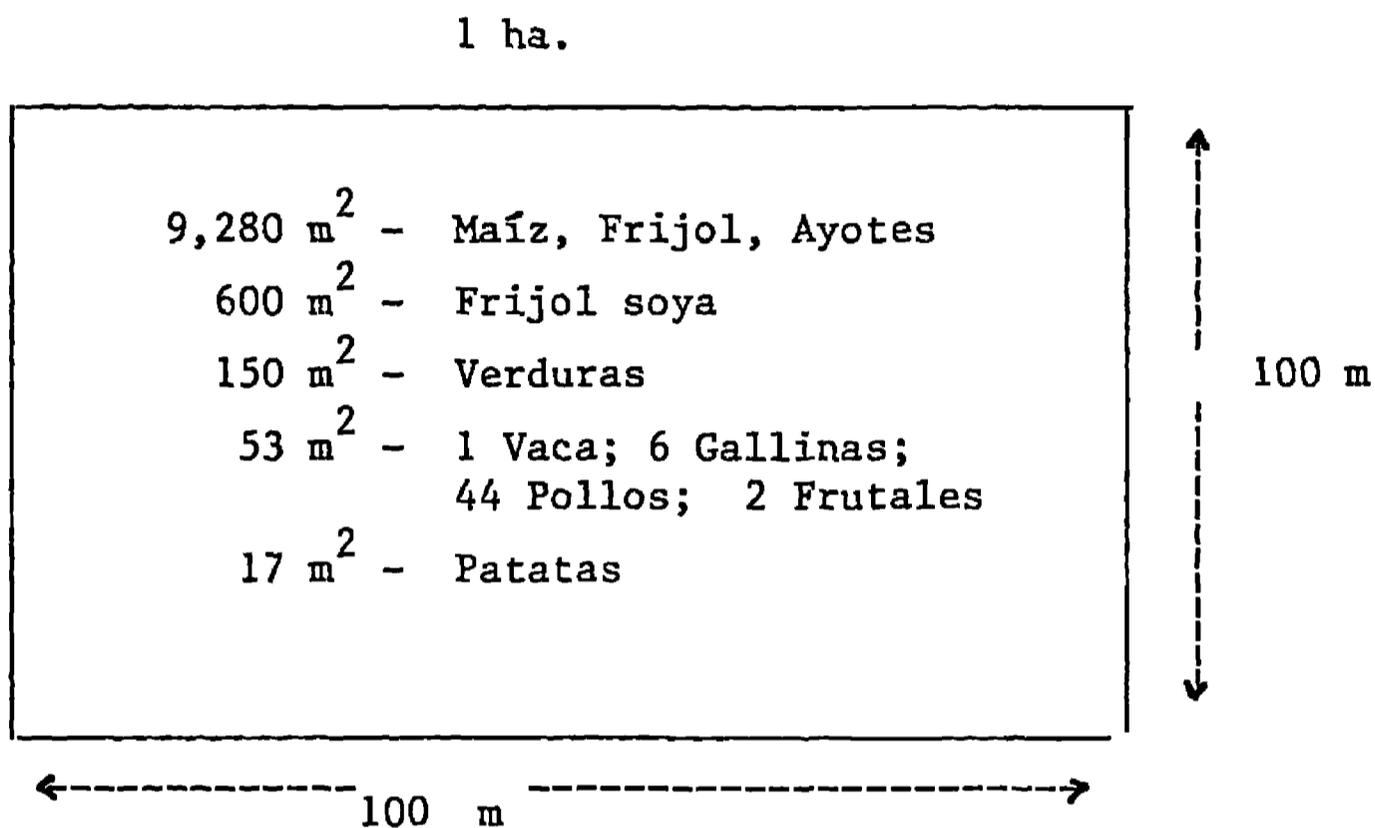
Alimento	g/persona/día
Alimento de alto valor nutritivo	34
Leche	120
Huevos	24
Carne	48
Frijoles	69
Hojas verdes	27
Verduras amarillas	54
Otras verduras	51
Frutas	54
Plátanos	82
Patatas	54
Arroz	45
Pan (Trigo)	84
Maíz	158
Azúcar	60
Grasa	11
Café	4

---

Flores y col. (1969).

FIGURA 10

SISTEMA AGROPECUARIO DE PRODUCCION DE LOS ALIMENTOS DE LA  
CANASTA BASICA



## PRODUCCION DE 1 HECTAREA

Alimento	Necesidad anual*	Producción
Leche, lt	219	1260
Huevos, unidad	912	1800
Carne, pollo	88	76
Frijol, kg	126	426
Maíz, kg	710	3703
Soya, kg	72	102
Verduras, kg	390	2150
Patatas, kg	98	44
Naranjas, kg	98	151

\* Del Cuadro 29.