Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con levadura torula y caseína

PEDRO NORIEGA RUIZ

Tesis presentada como requisito para optar el título de

PERITO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Septiembre 1964.

ENRIQUECIMIENTO DE HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON LEVADURA TORULA Y CASEÍNA

P E D R O N O R I E G A R U I Z

Tesis presentada como requisito para optar el título de

P E R I T O A G R Ó N O M O

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA
Ministerio de Agricultura
Bárcena, Villa Nueva, Guatemala
septiembre, 1964

RECONOCIMIENTO

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), por haberme proporcionado las facilidades necesarias y el material requerido para el desarrollo de este estudio. En especial deseo expresar mi -- sincero reconocimiento al señor Roberto Jarquín, científico de la División de Química Agrícola y de Alimentos de dicha institución, por su magnífica asesoría, - así como al Doctor J. Edgar Braham, Jefe interino de - esta División, y al señor Luiz Gonzaga Elías, científico de la misma, por la acertada guía en la elaboración de este trabajo.

Al Jefe de la Sección de Producción Animal de la Escuela Nacional de Agricultura, Perito Agrónomo Alfonso Leche C. por su ayuda al mejor desenvolvimiento de mis actividades en este Centro de enseñanza.

A la señora Amalia G. de Ramírez, Jefe de la Oficina Editorial y de Informes, por su valiosa colaboración en la revisión y corrección de esto trabajo.

Quiero, finalmente, hacer patente mi agradecimiento a todo el personal de los Laboratorios de la Divi-- sión de Química Agrícola y de Alimentos del INCAP, que en una u otra forma me brindaron su colaboración en el descargo de mis actividades, en particular a la Srita. Amalia Leonora Ramírez, Secretaria de esa División.

Í N D I C E

		Página No.
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
	III.3. Elaboración de las dietas Experimentales.....	9
	III.2. Análisis Químico.....	10
	III.3. Ensayos Biológicos.....	10
IV.	RESULTADOS.....	11
V.	DISCUSIÓN.....	15
VI.	CONCLUSIONES.....	19
VII.	RECOMENDACIONES.....	20
VIII.	RESUMEN.....	21
IX.	APÉNDICE.....	22
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	30

I. INTRODUCCIÓN

La dieta de la población guatemalteca se basa esencialmente en el maíz, cereal que, por lo tanto, alcanza el más alto valor en la región rural del -- país. Sin embargo, también se consumen cantidades apreciables de otros granos como el trigo y el ---- arroz.

En los programas que sobre desarrollo e incremento de la producción agrícola se llevan a cabo en la república se ha tenido muy en cuenta la importancia económica y alimenticia que implica el aumento de la producción de trigo en las áreas de cultivo. Hasta hace pocos años el consumo local se satisfacía con importaciones provenientes de Canadá y Estados Unidos de América. Pero con la producción actual de trigo y la introducción de nuevas técnicas agrícolas, Guatemala estará en capacidad de producir todo el trigo necesario para el consumo interno, limitando su importación a los tipos de este cereal que, por factores climáticos, no es posible producir en la región triguera.

Las investigaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) sobre hábitos dietéticos y consumo de alimentos, revelan un elevado consumo de tortillas en las áreas rurales, y una marcada tendencia a sustituir éstas

por pan, en las zonas urbanas. Asimismo se ha observado que entre las familias rurales el consumo de alimentos a base de trigo, tales como pan y pastas, está en relación directa a la condición económica. Ello es --- atribuible a que este tipo de alimentos es aún de alto costo en las zonas no urbanas, por lo que su aceptación es mayor entre los grupos de nivel económico más elevado.

La mayoría de los cereales poseen proteínas de valor biológico bajo, ya que éstas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales. Este hecho explica por qué las poblaciones que basan en ellos su dieta y además esta última es pobre en cuanto a alimentos de origen animal, no satisfacen sus requerimientos dietéticos.

Las proteínas del maíz y del trigo se asemejan en su deficiencia en lisina, por lo que tanto la tortilla como el pan usados para consumo humano deben ser suplementados con los aminoácidos limitantes en estos cereales a fin de que constituyan fuentes proteicas de buena calidad y mejoren así la dieta de la población en general.

Se han hecho estudios sobre las formas en que la tortilla puede ser enriquecida, pero las normas recomendadas no pueden aplicarse en escala nacional ya que más del 90% de los consumidores preparan en sus hogares la

masa de maíz utilizada para este fin, empleando métodos tradicionales que hacen imposible la suplementación con sustancias nutritivas, puesto que ello requiere cambios en las técnicas de su preparación. Lo contrario ocurre con las harinas de trigo, ya que éstas se procesan en los molinos en grandes cantidades, donde es factible -- controlar y exigir más fácilmente el enriquecimiento -- del producto, para ser utilizado en la elaboración de -- pan o pastas, para el consumidor. Estas característi-- cas hacen que desde el punto de vista tecnológico, el - trigo tenga mayor importancia en cuanto al mejoramiento del valor nutritivo de la dieta popular.

El trabajo de investigación aquí descrito tuvo como objetivo primordial determinar los niveles óptimos - de suplementación con concentrados de origen animal y - vegetal de alta calidad proteica, de harinas de trigo,- blanca e integral.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Es un hecho reconocido que en nuestro país la agri cultura es, fundamentalmente, la principal fuente de -- producción y abastecimiento de alimentos. Sin embargo, el tipo de explotaciones predominante está en manos de los pequeños agricultores hecho que tiene como conse--- cuencia un desarrollo técnico deficiente y el aumento y la concentración de grupos apreciables de pobladores en

las áreas productoras submarginales. Ello produce así un desequilibrio entre tres factores vitales: producción, consumo de alimentos y población (10, 16).

Las investigaciones realizadas por Flores y Reh (12, 13) en el campo de los hábitos dietéticos y consumo de alimentos en comunidades rurales guatemaltecas han demostrado que la base principal de las dietas habituales es el maíz, y que otros alimentos cualitativamente superiores (leche, huevos, carne) aportan un porcentaje muy bajo del total de la dieta, y sólo lo consumen en cantidades adecuadas familias cuyos ingresos económicos se los permite.

Asimismo, los estudios realizados por Méndez (20), en una comunidad atípica rural, demuestran que existe cierta competencia entre el maíz como fuente primordial de la economía y de la alimentación guatemalteca y los productos de origen animal. Las razones son obvias: el mantenimiento del ganado está en función de la disponibilidad de tierras, que acusan índices bajos de tenencia para la "clase baja"; de igual manera, los huevos los venden las familias pobres para procurarse maíz, producto de consumo más alto en su dieta diaria.

Cuidadosas investigaciones (1) han revelado que el organismo humano es incapaz de sobrevivir con dietas cuyas fuentes animales y vegetales no guardan un balance

adecuado, considerándose que para un hombre adulto la ingestión protéica mínima de 60-70 gramos debe contener por lo menos de 25 a 30 gramos de proteínas de -- origen animal. Así, una dieta que no está equilibrada cualitativa y cuantitativamente en su contenido de aminoácidos, puede ser causa de trastornos orgánicos diversos, desde leves hasta graves (1).

El valor biológico de los alimentos difiere en - cuanto a calidad por lo que en la práctica ninguna -- dieta contiene una sola fuente protéica, sino es más bien el resultado de mezclas de diferentes proteínas. De esta manera el valor biológico de estas últimas -- puede mejorarse suplementándola con los aminoácidos - en los cuales es limitante (11, 19, 24).

Interesantes estudios realizados por Bressani y colaboradores (6) y por Bressani y Elías (7) en el - INCAP han demostrado que mezclas vegetales elaboradas a base de cereales y suplementadas con fuentes proteicas de buena calidad, tienen un valor nutritivo similar al de la caseína, y que, aun cuando a niveles bajos de ingestión, su valor biológico es inferior al - de otras proteínas de origen animal, la adición de -- concentrados protéicos procedentes de esta última --- fuente no mejora su valor nutritivo. Esto hace suponer que dicho valor puede mejorarse posiblemente em-- pleando mayores cantidades de las mismas proteínas -- vegetales.

Los experimentos de Block y Mitchell (3) sobre la evaluación del valor biológico de cereales y otros alimentos, demuestran que las proteínas del maíz son inferiores a las del trigo y arroz, en su forma integral,- si bien es cierto que superan a las de la harina blanca de trigo.

La zeína, proteína del maíz (15) es imperfecta, - carece de lisina y es muy pobre en triptofano, por lo que al administrarse como única fuente proteica, forma dietas deficientes.

Scrimshaw y colaboradores (24) y Bressani et al - (8) mediante experimentos de balance de nitrógeno en niños, han demostrado que la "masa de maíz" enriquecida con gluten del mismo, y administrada como única fuente proteica es deficiente en lisina, triptofano e isoleucina. Sin embargo, al ser suplementada con estos aminoácidos produce retenciones nitrogenadas positivas -- más consistentes.

Bressani en sus ensayos biológicos en ratas (4) - ha logrado comprobar que los niveles óptimos de suplementación con aminoácidos requeridos para obtener los mejores índices de eficiencia del alimento y utilización proteica, en la masa de maíz, se logran con el -- agregado simultáneo de los aminoácidos lisina, triptofano, isoleucina, treonina y metionina en los porcentajes de 0.31, 0.5, 0.2, 0.2 y 0.15, respectivamente.

Asimismo, Bressani y colaboradores (5) valiéndose de balances de nitrógeno en perros y usando el crecimiento de ratas como medidas del valor biológico, demostraron que la suplementación óptima del maíz tratado - con cal, con proteínas de origen animal y vegetal, se obtiene agregando separadamente 5% de harina de pescado, 4% de leche descremada, 3% de proteína de huevo entero, o bien 5% de levadura torula.

Como resultado de los estudios clásicos de Osborne y Mendel (21) se estableció que el aminoácido deficiente más importante en las proteínas del trigo es la lisina. Estudios posteriores en los que se estimó el valor proteico por el crecimiento de ratas, así como - balances de nitrógeno en perros y estudios en humanos adultos depletados de proteínas, muestran que la lisina es el aminoácido limitante que ocupa el primer plano en el trigo entero, la harina de trigo, o el gluten del mismo. Los resultados de estos experimentos que - aquí se citan demuestran, pues, que la adición de lisina a las proteínas del trigo, se traduce en una marcada mejoría en la calidad de éstas.

Hutchinson et al. (18) notaron, por otro lado, -- que el agregado de lisina en pequeñas cantidades a -- una dieta a base de pan blanco de trigo y suplementada adecuadamente con vitaminas y minerales, producía un - marcado incremento en la ganancia de peso de ratas hembras.

Rosemberg y Rohdemburg (22) y Rosemberg y colaboradores (23) en un estudio sobre el valor nutritivo del pan blanco comercial realizado en ratas recién destetadas, demostraron que el agregado de niveles crecientes de lisina, de (0.1 a 0.3) producía mejores respuestas de crecimiento y que la adición a la dieta basal, de 12.5% de proteína, 0.4 y 0.5% de lisina, daba por resultado una mayor utilización del alimento.

Bressani y colaboradores (9) en el curso de un experimento sobre suplementación de harina de trigo con aminoácidos, medido por la retención de nitrógeno en niños, demostraron que cuando a una dieta basal que contenía 85% harina de trigo, 7% gluten de trigo, 3% glicina, 5% almidón de maíz, vitaminas y minerales, se le incorporaba lisina, se producían retenciones similares a las obtenidas con leche. La adición de otros aminoácidos no alteró significativamente los índices de retención, hecho indicativo de que desde el punto de vista fisiológico, la lisina fue el único aminoácido de importancia.

De esta manera, la solución del problema alimenticio en nuestra polación (14) puede encararse utilizando los cereales producidos en el medio, en combinación con fuentes alimenticias de buena calidad, a modo de formar

mezclas de proteínas adecuadas que eleven el valor biológico de los alimentos que acostumbren consumir los -- grupos socio-económicos de bajos ingresos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III. 1. Elaboración de las Dietas Experimentales

Usando un diseño dietético fijo en todos los experimentos, se elaboraron dietas de 3500 gramos cada una, en las que las harinas de trigo formaban un 76% del total, y el suplemento proteico adicionado oscilaba entre 2 y 14%. Todas las dietas fueron enriquecidas adecuadamente y contenían en términos de porcentaje, 5 ml. de aceite de algodón, 1 ml. de aceite de hígado de bacalao, y 4 ml. de solución de vitaminas y almidón, la proporción de este último disminuyó en proporción inversa a - la cantidad de suplemento proteico adicionado.

La composición de las raciones empleadas en este - trabajo se detalla en los Cuadros Nos. 1, 3, 5 y 7, y corresponden al primero, segundo, tercero y cuarto ex-- perimentos, respectivamente.

Las harinas de trigo utilizadas en el estudio, -- procesadas en el país, se obtuvieron comercialmente; --

los concentrados proteicos, gluten de trigo, levadura torula y caseína libre de vitaminas, eran todos pro-- ductos importados.

III. 2. Análisis Químico

Los ingredientes y las raciones empleadas en los experimentos se analizaron en duplicado, para determinar su contenido de nitrógeno, usando para el efecto los métodos de Hamilton y Simpson (17).

III. 3. Ensayos Biológicos

Los ensayos biológicos se llevaron a cabo en ratas Wistar recién destetadas de 20 a 25 días de edad, de la colonia animal del INCAP. En todos los experimentos los animales se distribuyeron de acuerdo a su sexo y peso, en 10 grupos de tres machos y tres hembras cada uno, obteniendo un peso promedio igual para cada grupo. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de tela metálica, con pisos levantados y en todos los ensayos se les suministró alimento y agua ad libitum por espacio de 4 semanas.

Se mantuvo un registro de aumento de peso, así como de ingestión del alimento, con el objeto de establecer:

a) Incremento de peso en gramos

b) Tasa de utilización del alimento..... = $\frac{\text{Unidades de alimento ing.}}{\text{Unidades aumento de peso}}$

c) Tasa de eficiencia de la proteína..... = $\frac{\text{Unidades incremento peso}}{\text{Unidades proteína consum.}}$

En el primero y segundo ensayos se determinaron -- los porcentajes de suplementación óptima, con levadura torula y caseína, de las proteínas de harina blanca de trigo, y en el tercero y cuarto experimentos, los niveles más adecuados de estos mismos concentrados protei-- cos, para suplementar las proteínas de la harina inte-- gral.

En todas las pruebas se usó como testigo una ra--- ción básica que contenía 76% de harina de trigo, blanca o integral, según el caso, sin ningún suplemento, y dos raciones suplementadas con gluten de trigo, en los niveles de 5% y 8.75%, para comparar la respuesta de la ración basal suplementada con sus propias proteínas, con la producida por las harinas suplementadas con los concentrados proteicos bajo estudio.

IV. RESULTADOS

La composición de las raciones empleadas en los - experimentos y el contenido proteico de cada una, ex-- presado en gramos por cien gramos de dieta y obtenido según el análisis proximal de nitrógeno, se detalla, - según se dijo, en los Cuadros Nos. 1, 3, 5, 7.

Como puede apreciarse, en el Cuadro No. 1 las raciones usadas en el primer ensayo contenían niveles de proteína, que variaron según la proporción de levadura torula con que se suplementó la ración básica de harina blanca de trigo, la cual formaba el 76% del total. Esta se administró a tres grupos control: uno recibió la ración basal sin suplemento, y los dos restantes la misma ración pero suplementada con gluten de trigo, en porcentajes diferentes. A todas las dietas se les adicionó sales minerales, vitaminas, aceite de hígado de bacalao, aceite de algodón y almidón, ingrediente este último que disminuyó proporcionalmente a la cantidad - de suplemento con todos los demás ingredientes necesarios.

Los resultados obtenidos en el primer experimento se indican en el Cuadro No. 2 donde se observa que los pesos finales de los grupos 4, 5, 6, 7 y 8 son significativamente diferentes del de los animales testigo. El agregado de levadura torula a la ración basal siempre mejoró en todos los casos la eficiencia de conversión del alimento y aumentó el índice de utilización - proteica.

En el Cuadro No. 3 se detalla la composición de - las raciones usadas en el segundo ensayo. En este caso, al igual que en el anterior se empleó una ración -

basal que contenía 76% de harina blanca de trigo; ésta fue suplementada con niveles crecientes de caseína libre de vitaminas, haciendo variar así el contenido de proteína entre una ración y otra. Se usaron tres grupos control, los que fueron tratados como en el experimento anterior para comparar el efecto del suplemento sobre la harina. A todas las raciones se les agregó vitaminas, sales minerales, aceite de algodón, aceite de hígado de bacalao y almidón, elemento éste cuyo porcentaje disminuyó en relación inversa al del suplemento proteico.

El Cuadro No. 4, donde figuran los resultados obtenidos en el segundo ensayo, señala que las raciones Nos. 3, 4, 5, 6, 7,y 8 produjeron aumentos de peso -- muy superiores que las raciones usadas como testigo. En todos los casos el agregado de caseína a las dietas, mejoró tanto la eficiencia de conversión del alimento como el coeficiente de utilización proteica.

Las raciones empleadas en el tercero y cuarto experimentos y su composición, se presentan en los Cuadros Nos. 5 y 7, respectivamente. En estos ensayos se evaluó el efecto de la suplementación con levadura torula y caseína libre de vitaminas, sobre una ración basal que contenía 76% de harina integral de trigo; los porcentajes de proteína en las raciones variaron

de acuerdo con la cantidad de suplemento agregado.
En los dos ensayos se usaron tres grupos testigo: uno recibió la ración basal sin suplemento y los otros -- dos la misma ración suplementada con gluten de trigo en distintos porcentajes.
Todas las raciones se complementaron con sales minerales, vitaminas, aceite de algodón, aceite de hígado - de bacalao y almidón. Exceptuando este último, todos los demás ingredientes se adicionaron uniformemente - en las raciones.

El cuadro No. 6 expresa los resultados obtenidos en el tercer ensayo, y muestra el aumento significativo logrado en cuanto a peso final en los grupos 4, 5, 6, 7 y 8 alimentados con las raciones suplementadas - con levadura torula. En todos los casos el agregado de ésta a la ración basal mejoró la eficiencia de conversión del alimento y aumentó también la utilización proteica.

Los resultados del cuarto experimento se exponen en el Cuadro No. 8. Como éstos denotan, la adición - de caseína a la ración basal incrementó en forma significativa el peso final de los animales alimentados con dietas suplementadas con ésta. El agregado de -- caseína a la ración basal aumentó la eficiencia proteica y mejoró notablemente los índices de conversión en todos los casos.

V. DISCUSIÓN

Los datos resultantes de este estudio proporcionan una base para suponer que la adición de concentrados proteicos tales como la levadura torula o la caseína, a una ración basal compuesta en su mayor parte - de harinas de trigo, mejora la calidad de éstas, pues las condiciona como fuentes proteicas mejor balanceadas. Simultáneamente confirma experimentos anteriores (2) realizados por distintos investigadores, que han demostrado que la suplementación con lisina de -- las proteínas del trigo produce un aumento en el va-- lor nutritivo de éstas, pues tanto la levadura torula como la caseína se consideran buenas fuentes de este aminoácido esencial.

En la investigación aquí notificada, el agregado de levadura torula a las harinas de trigo, integrales o blancas, produjo siempre pesos finales significativamente más altos que las raciones usadas como controles, a la vez que marcada tendencia a mejorar los índices de eficiencia de conversión del alimento y de - utilización proteica; esto es explicable, ya que al aumentar la cantidad de suplemento la lisina aumenta también en la ración. Sin Embargo, el crecimiento de los grupos alimentados con las más altas cantidades -

de suplemento, (12% y 14% de levadura torula) no guardó correlación con las mejores eficiencias proteicas, ya que los valores más altos en este sentido se obtuvieron con los niveles más bajos de suplementación. Esto puede atribuirse al hecho de que la suplementación con niveles menores de levadura torula (10% para las harinas blancas y 8% para las harinas integrales) produce un mejor balance de los aminoácidos de estas dos diferentes proteínas (véase Cuadros Nos. 2 y 6).

El agregado de gluten de trigo a las harinas, blancas e integrales, no es, al parecer tan eficiente como el de levadura torula, debido probablemente a que la cantidad de lisina en el gluten de trigo es inferior que la de los otros suplementos usados. No obstante, la combinación de gluten de trigo con otros cereales, puede resultar en un efecto suplementario óptimo.

El agregado de niveles crecientes de caseína o torula a las harinas de trigo, blancas o integrales, dio una contínua mejoría en cuanto a eficiencia proteica - hasta un determinado nivel de suplementación; la disminución en la eficiencia proteica a partir de estos niveles de suplementación indica el efecto determinante que el nivel proteico de las dietas puede tener en el coeficiente de eficiencia proteica, como lo han encon-

trado otros autores. Block y Mitchell (3) explican - este fenómeno manifestando el alza y luego el descenso gradual del índice de eficiencia proteica a medida que el contenido de proteína aumenta progresivamente parece ser que se debe al resultado de dos tendencias opuestas; primero, la tendencia del índice de aumentar en relación a la proporción de la proteína de la dieta empleada como fuente de crecimiento a medida -- que aumenta la ingestión, y segundo, la tendencia a - una mayor pérdida de proteína metabólica a niveles altos de ingestión proteica.

La posibilidad de que ocurra un desbalance de aminoácidos al usarse los niveles más altos de los suplementos debe ser descartada ya que tanto la ganancia - de peso como el índice de eficiencia proteica fueron siempre significativamente más elevados en los grupos que recibieron el suplemento, que en el grupo control.

La caseína adicionada a las raciones a base de - harinas de trigo, blancas o integrales, produjo siempre un efecto suplementario superior al obtenido con el suplemento de gluten de trigo, manifestándose en - pesos finales significativos, y mejores índices de -- eficiencia de conversión del alimento y de utiliza--- ción proteica. Estos efectos eran de esperar pues, - según se dijo, la caseína es buena fuente de lisina,-

aminoácido que se encuentra deficiente en las proteínas del trigo.

Al igual que en los ensayos con levadura torula, el mayor crecimiento correspondiente a los niveles -- más altos de caseína, (véase Cuadros Nos. 4 y 8) no - rindió las eficiencias proteicas más elevadas ya que todos indican se lograron con niveles de suplementa-- ción más bajos (6% de caseína para la harina blanca y 4% para la harina integral). Estos hallazgos pueden también explicarse en base de las observaciones antes mencionadas sobre la relación entre el nivel proteico de las dietas y la eficiencia proteica.

Como se nota en los cuadros Nos. 2, 4, 6 y 8, las harinas integrales superaron siempre en su valor nutritivo a las harinas blancas y necesitaron menores cantidades de suplemento para dar coeficientes de eficiencia proteica similares a los obtenidos con la harina blanca de trigo. Las diferencias encontradas pueden atribuirse a las pérdidas sufridas por las harinas -- blancas durante su procesamiento, hecho que han com-- probado otros investigadores (3) y que demuestran la superioridad de las harinas integrales.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados de los ensayos biológicos expuestos en este trabajo puede deducirse lo siguiente:

La calidad nutritiva de las harinas de trigo, --- blancas e integrales, mejora con la adición de concentrados proteicos de origen vegetal o animal que sean - buenas fuentes de lisina, ya que esta combinación se - traduce en un efecto suplementario deseable.

Que los niveles óptimos de suplementación de las harinas de trigo, con levadura torula, se obtienen al agregar 10.0% de este suplemento a las harinas blancas y 8.0% a las harinas integrales.

Que empleando caseína como suplemento proteico, - los niveles de suplementación más adecuados se logran adicionando a las harinas, blancas e integrales, 6.0% y 4.0% del concentrado, respectivamente.

De las conclusiones anteriores se deduce que las harinas integrales son superiores en calidad nutritiva a las harinas blancas y, a la vez, más económicas, pues necesitan menores cantidades de suplementos para ren-- dir índices de eficiencia similares a los que se obtienen con harinas blancas enriquecidas con mayores cantidades de los mismos.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos puede recomendarse:

1o. Que para la elaboración de productos a base de trigo de mejor calidad nutricional, éstas sean suplementadas con concentrados proteicos que sean buenas fuentes de lisina.

2o. Que los concentrados proteicos a utilizar deberían estudiarse desde el punto de vista económico y nutricional, dando preferencia a los producidos en el país o en el área centroamericana.

3o. De las recomendaciones anteriores se deduce la necesidad de iniciar trabajos de investigación de orden tecnológico encaminados a determinar los cambios físicos y químicos experimentados por las harinas enriquecidas durante el proceso de panificación y establecer si el producto final sería aceptado favorablemente por el público consumidor.

VIII. RESUMEN

Se estudiaron los niveles óptimos de suplementación de harinas de trigo, con levadura torula y caseína, concentrados proteicos de origen vegetal y animal, respectivamente. Los ensayos biológicos llevados a cabo en ratas albinas Wistar, recién destetadas, demostraron que el agregado de porcentajes crecientes de estos suplementos, mejora la calidad nutritiva de las harinas.

Los niveles óptimos de suplementación con levadura torula de harina de trigo, blancas e integrales de acuerdo al análisis estadístico e índices de eficiencia proteica, fueron 10% y 8%, respectivamente.

Para la caseína el nivel óptimo de suplementación de las harinas blancas fue de 6% y de 4% para las las harinas integrales.

COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA BLANCA DE TRIGO, SUPLEMENTADAS CON LEVADURA TORULA USADAS EN EL ENSAYO No. 1

(expresada en g/100 g de dieta)

Ingredientes	Ración No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harina de trigo....	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
Mezcla de minerales Hegsted.....	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de algodón..	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Levadura Torula....	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	-	-
Gluten de trigo....	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	8.75
Almidón.....	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	-	9.0	5.25
T o t a l:	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas (ml).....	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% de proteína ----- (N x 6.25).....	9.19	10.58	11.72	12.73	13.13	13.95	14.53	16.53	12.71	15.34

CUADRO No. 2

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON LEVADURA TORULA DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA BLANCA DE TRIGO

(Ensayo No. 1)

Ración No.	Tratamiento	Peso Inicial g	Peso final g	Ganancia de peso g	Índice de utilización del alimento g	Índice de eficiencia proteica g
1	Harina blanca sin suplemento.....	46	64	18	13.23	.82
2	Harina blanca con 2% levadura torula...	46	78	32	8.43	1.29
3	Harina blanca con 4% levadura torula...	46	102*	56	5.53	1.72
4	Harina blanca con 6% levadura torula...	46	140*	94	4.10	2.18
5	Harina blanca con 8% levadura torula...	46	160*	114	3.59	2.18
6	Harina blanca con 10% levadura torula..	46	178*	132	3.26	2.31
7	Harina blanca con 12% levadura torula..	46	192*	146	3.10	2.25
8	Harina blanca con 14% levadura torula...	46	187*	141	3.13	2.28
9	Harina blanca con 5% gluten de trigo...	46	84	38	7.81	1.02
10	Harina blanca con 8.75% gluten de trigo	46	88	42	6.41	1.10

* Estadísticamente significativo (P 0.01). Diferencia mínima significativa: 25.81

CUADRO NO. 3

COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA BLANCA DE TRIGO, SUPLEMENTADAS CON CASEÍNA USADAS EN EL ENSAYO No. 2.

(expresada en g/100 g de dieta)

Ingredientes	Ración No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harina de trigo....	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
Mezcla de minerales hegsted.....	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de algodón..	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Caseína.....	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	-	-
Gluten de trigo....	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	8.75
Almidón.....	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	-	9.0	5.25
T o t a l:	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas.....	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
% de proteína ---- (N x 6.25).....	9 .07	10.85	11.91	13.53	15.06	16.0	19.44	20.00	13.54	13.74

CUADRO No. 4

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CASEÍNA DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA BLANCA DE TRIGO

(Ensayo No. 2)

Ración No.	Tratamiento	Peso Inicial g	Peso final g	Ganancia de Peso g	Índice de utilización del alimento g	Índice eficiencia proteica g
1.	Harina blanca sin suplemento.....	42	59	17	12.84	0.86
2.	Harina blanca con 2% caseína.....	42	103	61	4.82	1.91
3.	Harina blanca con 4% de caseína.....	42	144*	102	3.50	2.39
4.	Harina blanca con 6% de caseína.....	42	187*	145	2.62	2.62
5.	Harina blanca con 8% de caseína.....	42	198*	156	2.56	2.59
6.	Harina blanca con 10% de caseína.....	42	203*	161	2.52	2.20
7.	Harina blanca con 12% de caseína.....	42	212*	170	2.44	2.11
8.	Harina blanca con 14% de caseína.....	42	214*	172	2.32	2.16
9.	Harina blanca con 5% gluten de trigo.....	42	75	33	7.78	0.95
10.	Harina blanca 8.75% - gluten de trigo.....	42	80	38	6.38	1.16

* Estadísticamente significativo (P 0.01). Diferencia mínima significativa: 38.30

CUADRO No. 5

COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA INTEGRAL DE TRIGO, SUPLEMENTADAS CON LEVADURA TORULA USADAS EN EL ENSAYO No. 1

(expresada en g/100 g de dieta)

Ingredientes	Ración No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harina de trigo....	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
Mezcla de minerales Hegsted.....	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de algodón..	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Levadura torula....	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	-	-
Gluten de trigo....	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	8.75
-Almidón.....	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	-	9.0	5.25
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas.....	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
% de proteína ----- (N x 6.25).....	9.20	9.20	10.50	11.30	12.80	13.30	14.30	14.30	12.50	14.40

CUADRO No. 6

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON LEVADURA TORULA DE LAS HARINAS INTEGRALES DE TRIGO

(Ensayo No. 3)

Ración No.	Tratamiento	Peso Inicial g g	Peso final g	Ganancia de peso g	Índice de utilización del alimento g	Índice de eficiencia proteica g
1.	Harina integral sin suplemento.....	48	108	60	6.00	1.81
2.	Harina integral con 2% de levadura torula.....	48	145*	97	4.49	2.06
3.	Harina integral con 4% de levadura torula.....	48	169*	121	3.93	2.17
4.	Harina integral con 6% de levadura torula.....	48	187*	139	3.68	2.13
5.	Harina integral con 8% de levadura torula.....	48	206*	158	3.32	2.29
6.	Harina integral con 10% de levadura torula.....	48	208*	160	3.33	2.15
7.	Harina integral con 12% de levadura torula.....	48	197*	149	3.22	2.14
8.	Harina integral con 14% de levadura torula.....	48	193*	145	3.20	1.89
9.	Harina integral con 5% con gluten de trigo....	48	129	81	4.90	1.61
10.	Harina integral 8.75% con gluten de trigo....	48	142	94	4.21	1.55

* Estadísticamente significativo (P 0.01). Diferencia mínima significativa: 35.45.

CUADRO No. 7

COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES A BASE DE HARINA INTEGRAL DE TRIGO, SUPLEMENTADAS CON CASEÍNA USADAS EN EL ENSAYO No. 4

(expresada en g/100 g de dieta)

Ingredientes	Ración No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harina de trigo....	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
Mezcla de minerales Hegstcad.....	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de algodón..	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao.....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Caseína.....	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	-	-
Gluten de trigo....	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	8.75
Almidón.....	14.0	12.0	10.0	8.0	6,0	4.0	2.0	-	9.0	5.25
T o t a l:	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas.....	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
% de proteína ----- (N x 6.25).....	10.09	11.38	12.51	13.55	15.22	16.51	17.49	18.87	12.48	14.44

CUADRO No. 8

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CASEÍNA DE LAS HARINAS INTEGRALES DE TRIGO

(Ensayo No. 4)

Ración No.	Tratamiento	Peso inicial g	Peso final g	Ganancia de peso g	Índice de utilización del alimento g	Indice de eficiencia proteica g
1.	Harina integral sin suplemento.....	45	92	47	5.28	1.58
2.	Harinta integral con 2% caseína.....	45	157*	112	3.75	2.34
3.	Harina integral con 4% de caseína.....	45	190*	145	2.94	2.54
4.	Harina integral con 6%. de caseína.....	45	203*	158	3.09	2.44
5.	Harina integral con 8% de caseína.....	45	195*	150	2.98	2.21
6.	Harina integral con 10% de caseína.....	45	202*	157	2.86	2.12
7.	Harina integral con 12% de caseína.....	45	193*	148	2.30	1.98
8.	Harina integral con 14% de caseína.....	45	206*	161	2.39	1.83
9.	Harina integral con 5% de gluten de trigo.....	45	123	78	4.78	1.68
10.	Harina integral 8.75% de gluten de trigo.....	45	139*	94	4.28	1.62

* Estadísticamente significativo (P 0.01). Diferencia mínima significativa: 43.73.

CUADRO No. 8

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CASEÍNA DE LAS HARINAS INTEGRALES DE TRIGO

(Ensayo No. 4)

Ración No.	Tratamiento	Peso inicial g	Peso final g	Ganancia de peso g	Índice de utilización del alimento g	Indice de eficiencia proteica g
1.	Harina integral sin suplemento.....	45	92	47	5.28	1.58
2.	Harinta integral con 2% caseína.....	45	157*	112	3.75	2.34
3.	Harina integral con 4% de caseína.....	45	190*	145	2.74	2.54
4.	Harina integral con 6%. de caseína.....	45	203*	158	3.02	2.44
5.	Harina integral con 8% de caseína.....	45	195*	150	2.98	2.21
6.	Harina integral con 10% de caseína.....	45	202*	157	2.86	2.12
7.	Harina integral con 12% de caseína.....	45	193*	148	2.89	1.98
8.	Harina integral con 14% de caseína.....	45	206*	161	2.89	1.83
9.	Harina integral con 5% de gluten de trigo.....	45	123	78	4.78	1.68
10.	Harina integral 8.75% de gluten de trigo.....	45	139*	94	4.28	1.62

* Estadísticamente significativo (P 0.01). Diferencia mínima significativa: 43.73.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERTI, GUISEPPE. Alimentación Humana: Pasado, presente y futuro. Manuales UTEHA No. 78, 1a. Edición 1961. Páginas 3-7, 51-61.

2. ALTSCHUL, AARON M. Processed plant protein foodstuffs Edited by Academic Press, Inc. Publishers., New York. 1959. Páginas 307-336.

3. BLOCK, RICHARD., MITCHELL, HAROLD H. The correlation of the amino acid composition of protein with their nutritive value. Nutr. Abst. and Rev., Vol. 16, 1940, páginas 249-278.

4. BRESSANI, RICARDO. Optimun le vels of amino acid suplementation for lime-treated corn. Fed. Proc. 9: 320, 1960. INCAP Publication I-147, Guatemala.

5. BRESSANI, RICARDO, [illegible], EMELINA, VALIENTE, ANA TERESA. Enrichment of lime-treated corn flour with animal and vegetable protein and with amino acids.
Abstract, fifth International Congress on Nutrition, September 7, 1960. Washington, D. C.
P. 57, Publicación INCAP I-154.

6. BRESSANI, RICARDO, BRAHAM, J. E., JARQUÍN, R., ELÍAS L. G. Mezclas de proteínas vegetales para consumo humano. IX. Evaluación del valor nutritivo de las proteínas de la Mezcla Vegetal INCAP 9

en diversos animales de experimentación. Separata de "Archivos Venezolanos de Nutrición" Vol. XII, No. 2, Diciembre de 1962. Páginas 229-244.

7. BRESSANI, RICARDO, ELÍAS, L. G. Mezclas de proteínas vegetales para consumo humano. XI. Aminoácidos limitantes en la Mezcla Vegetal INCAP 9 y efecto de la adición de pequeñas cantidades de concentrados proteicos de origen vegetal y animal. Separata de "Archivos Venezolanos de Nutrición", Vol. XII, No. 2, Diciembre 1962. Páginas 245-257.

8. BRESSANI, RICARDO, SCRIMSHAW, NEVIN S., BÉHAR, MOISÉS, VITERI, FERNANDO. Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. II. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a niveles intermedios de ingesta proteica, sobre la Retención de nitrógeno de niños pequeños.
Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá No. 59, Recopilación No. 4, impreso en México, Edit. Founier, 1962. Páginas 259-269.

9. BRESSANI, RICARDO, BÉHAR, M., SCRIMSHAW, N.S., -- WILSON, D. Suplementación de la harina de tri

go con aminoácidos. Public. Cient. del Inst. de Nutrición de C. A. y Panamá., No. 59. Recopilación No. 4, 1962, Página 328.

10. CASTILLO, LUIS M., VELÁSQUEZ, J. V. La agricultura de Guatemala. Talleres Gráficos IAN, Guatemala 1958. Páginas 1-19.

11. CASTRO, JOSUÉ DE. La alimentación en los trópicos. Fondo de cultura Económica. 1a. Edición. Panoco 63, México, 1946. Páginas 66-77.

12. FLORES, MARINA, REH, EMMA. Estudio de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Nagda-- lena Milpas Altas. Publicaciones Cient. INCAP,Bol de la Of. Sanit. Panam. Suplemento No. 2, 1955. Páginas 90-128.

13. FLORES, MARINA, REH, EMMA. Estudio de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Santo - Domingo Xenacoj. Publicaciones científicas del INCAP. Bol. de la Ofic. Sanit. Panam. Suplemento No. 2, 1955. Páginas 129-148.

14. FLORES, MARINA. El maíz en la dieta del indígena. - Presentado en el IV Congreso Indigenista Interamericano celebrado en Guatemala en mayo de 1959.

15. FAO. El maíz en la alimentación. Estudio sobre su valor nutritivo. Vol. 9, FAO, Roma, Italia. 1954 página 11.

16. HIGBEE, E. C. Economía de Guatemala. Complemento al curso de administración rural. Escuela Nacional de Agricultura. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Hojas mimeografiadas. 1962. páginas 2-7.

17. HAMILTON & SIMPSON. Talbot's quantitative chemical analysis. 9th Ed. The MacMillan Co., N.Y. 1949. P. 355-59.

18. HUTCHINSON, J. B., MORÁN, T., PACE, S. Nature 178, 46, 1956. (citado por Altschul ver ref. 2).

19. MAYNARD, LEONARD A. Nutrición animal. Fundamentos de la alimentación del ganado. Traducción al castellano adaptada a la 3a. Ed. en inglés, por Eduardo Escalona, 2a. Edic. UTEHA, México 1955. Páginas 99-377.

20. MÉNDEZ, A. Características de estructura y organización social relacionadas con el cultivo -- del maíz que pueden obstaculizar el consumo de proteína animal. Presentado al IV Congreso Indigenista Interamericano celebrado en Guatemala en mayo de 1959. Páginas 1-11.

21. OSBORNE, T. B. y MENDEL L. B. J. Biol. Che., 17:325, 1914. (Citado por Altschul ver referencia 2).

22. ROSENBERG, H. R. y ROHDEMBURG, E. L. Arch. Biochem and Biophys. 37:461, 1952. (citado por altschul ver referencia 2).

23. ROSEMBERG H. R., ROHDEMBURG, E. L. y BALDINI, S. T. Arch. Biochem. and Biophys., 49:263, 1954. (citado por altschul ver referencia 2).

24. SCRIMSHAW, NEVIN S., BRESSANI, RICARDO, BÉHAR, -- MOISÉS, VITERI, FERNANDO. Suplementación con - aminoácidos de las proteínas de los cereales. I Efecto de la suplementación con aminoácidos de masa de maíz, a altos niveles de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. Public. Cient. del INCAP. Recopilación No. 4, Impresc en México, Edit Fournier, 1962. Páginas 247-258.

Rector.

Vo. Bo.

R. Carpinteyro