

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT WASHINGTON, D. C. 20523 <b>BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET</b>	FOR AID USE ONLY <i>Batch 72</i>
---	-------------------------------------

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY	Food production and nutrition	AS10-0120-0000
	B. SECONDARY	Food composition--Cereals--Maize	

2. TITLE AND SUBTITLE      Reporte preliminar del efecto biologico de la fortificacion del maiz con harina de soya y lisina

3. AUTHOR(S)  
 Urrutia, J. J.; Garcia, Bertha; Mata, L. J.; Bressani, Ricardo

4. DOCUMENT DATE 1975	5. NUMBER OF PAGES 51 p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	-----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS  
 PAHO

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER PN-AAC-783	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS Enrichment Lysine Maize Protein supplements Soybean	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER CSD-3357 Res.
	15. TYPE OF DOCUMENT

CSD-3357 Res.  
PN-AAC-783

REPORTE PRELIMINAR DEL EFECTO BIOLÓGICO DE LA  
FORTIFICACION DEL MAIZ CON HARINA DE SOYA  
Y LISINA<sup>1</sup>

Juan José Urrutia,<sup>2</sup> Bertha García,<sup>2</sup>

Leonardo J. Mata<sup>3</sup> y Ricardo Bressani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Trabajo financiado por el Grant CSD-3357 de la AID y por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala.

<sup>2</sup> División de Biología Ambiental, INCAP, Guatemala.

<sup>3</sup> Instituto de Investigación en Salud, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

<sup>4</sup> División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Guatemala.

## Introducción

Las investigaciones nutricionales desarrolladas en la población de América Central han mostrado un déficit en la ingesta de proteína de alta calidad biológica y de calorías, a causa de que el alimento básico es el maíz u otros cereales. Este déficit es aún más marcado en niños preescolares, en mujeres lactantes y en mujeres embarazadas (1-4).

El INCAP ha efectuado varios estudios en los maíces locales, para determinar el contenido de proteína y de aminoácidos. Estos estudios han indicado que el contenido de proteína del maíz de Guatemala varía entre 6.5 y 10 por ciento (5,6). Los resultados de las pruebas biológicas han indicado que la lisina y el triptofano son los aminoácidos limitantes. La suplementación del maíz con estos aminoácidos mejora notablemente la calidad de su proteína (7-9).

La eficiencia proteica (PER) del maíz cocido es de alrededor de 1.2; al agregar lisina en una concentración de 0.31 por ciento el PER aumenta a 1.5. La adición de lisina (0.31%) y una pequeña cantidad de DL-triptofano (0.05%) aumenta el PER a 2.76 (9). Esto se puede alcanzar también agregando al maíz, harina de soya adicionada de 0.125 por ciento de clorhidrato de lisina en una concentración del 8 por ciento. El efecto biológico positivo de este maíz mejorado, se mostró en ratas (9) y en niños en estudios metabólicos (10).

Con el objeto de mostrar el efecto del mejoramiento del maíz a nivel de una comunidad, la División de Biología Ambiental en colaboración con la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ha estado desarrollando un proyecto de fortificación del maíz a nivel de campo desde junio de 1972 (11). Se decidió fortificar el maíz porque este cereal provee más o menos el 60 por ciento de la proteína y es parte de la dieta regular de los habitantes de Guatemala. La implementación de esta intervención no requiere cambios en los hábitos dietéticos, y lo que es más importante aún, es que todos los miembros de la familia pueden ser beneficiados.

### Material y Métodos

#### 1. Area del estudio

El estudio se está realizando en la aldea de Santa María Cauqué, localizada en el altiplano de Guatemala a una altitud de 1,900 metros, a 35 kilómetros de distancia de la ciudad capital. El número de habitantes es de alrededor de 1,500, predominantemente indígenas del grupo Maya-Cakchiquel. Las condiciones de saneamiento ambiental y de higiene personal son deficientes. La tasa promedio de nacimientos es de 50/1000 habitantes.

Durante el período comprendido entre enero 1964 a mayo 1972, la División de Biología Ambiental del INCAP realizó en

esa área, estudios destinados a medir la influencia de las infecciones sobre el crecimiento de los niños (12). La operación de campo establecida en el año de 1964 permitió obtener información basal en esta comunidad en el área de crecimiento intra y extrauterino, patrón dietético, morbilidad y mortalidad, las cuales sirvieron como información basal de este estudio. Estas observaciones se llevaron a cabo estudiando a los niños en su propio ecosistema y sin hacer ninguna intervención en saneamiento ambiental ni en educación higiénica o nutricional. A todos los habitantes se les proveyó de tratamiento médico curativo y preventivo.

Se realizó una evaluación socioeconómica de las familias de Santa María Cauqué durante los años de 1963, 1967 y 1971. Se consideraron 12 variables para formar el índice socioeconómico; estas son: tenencia de tierras, posesión de ganado y de aves de corral, material utilizado en la construcción de las casas (pisos, paredes y techos), disponibilidad de agua, disposición de excretas, de basura, alfabetismo, escolaridad y uso de zapatos.

### Fortificación

La fortificación del maíz se realizó a nivel de los molinos de nixtamal (maíz cocido). El procedimiento consistió en agregar la harina fortificante (descrita en Cuadro 1) en una

INSERTAR CUADRO 1

concentración del 8 por ciento en relación al peso seco del maíz. Se determinó la humedad del nixtamal para establecer el equivalente del 8 por ciento de harina fortificante correspondiente al maíz seco. Se prepararon medidas con la capacidad de harina para cada libra de nixtamal con el objeto de facilitar el proceso de adición de la mezcla fortificante. En cada uno de los dos molinos de la aldea se instaló una balanza graduada en libras para determinar el peso del nixtamal y saber qué medida usar.

Las amas de casa colocan el nixtamal en el cucharón de la balanza, donde se le agrega la harina, después lo depositan dentro de la tolva del molino. Durante el molido, el molinero le agrega agua al nixtamal y revuelve la harina con una paleta. Las señoras recogen la masa de la parte inferior del molino y regresan a sus hogares a preparar las tortillas.

### 3. Control de la fortificación

Para poder identificar a las familias en los molinos, al inicio del proyecto se visitaron todas las casas para marcar los utensilios usados para llevar el nixtamal con el número de cada familia.

A nivel de los molinos se llevó control de la asistencia diaria de cada familia. Con este objeto se prepararon formularios donde están registrados los nombres y números de todas

las familias que viven en el pueblo. En ellos se anotó la cantidad de libras de nixtamal y el número de la medida de harina que se agregó. Eso se repitió cada vez que la señora fue a moler nixtamal durante el mismo día. En el caso de familias no fortificadoras, únicamente se anotó el peso de dicho nixtamal. Al llegar una persona al molino, independientemente de si fortificaba o no el maíz, se le preguntó a qué número de familia correspondía el nixtamal que iba a moler, esto se rectificó con el número del recipiente donde lo conducía.

A través del estudio se hicieron resúmenes semanales de la información de los formularios y para cada familia se determinó el índice de fortificación (IF) (ver Cuadro 2). De

#### INSERTAR CUADRO 2

esta manera las familias pudieron clasificarse de acuerdo a su nivel de cooperación. Este índice es acumulativo y puede calcularse para cada semana específica. Las familias se clasificaron en 3 categorías:

1. Familias con poca fortificación (IF de 0-19).
2. Familias con fortificación intermedia (IF de 20-39).
3. Familias con fortificación alta (IF de 40 o más).

El índice de fortificación para cada semana específica es igual a la suma de los índices semanales, desde el principio del Proyecto de Fortificación, dividido por el número de semanas transcurridas. Para poder comparar niños nacidos en diferentes períodos de tiempo desde el año 1964, se calculó un índice para cada niño, tomando en consideración el tiempo de la gestación. De esta manera, el índice de fortificación al momento del nacimiento de un niño es igual al índice de fortificación de la familia del niño correspondiente a las 39 semanas previas a su nacimiento. El índice que corresponde a la fecha en que se efectúa alguna observación en el niño, se calculó tomando la suma de los índices semanales de la familia del niño al momento de la observación, dividido por la edad del niño en semanas, más las 39 semanas de gestación.

#### 4. Monitoreo de la fortificación de las tortillas

Durante los primeros 2 años del estudio se obtuvieron muestras mensuales de tortillas de 100 familias seleccionadas al azar. Estas tortillas fueron transportadas al laboratorio central de química del INCAP para determinar el contenido de nitrógeno y la cantidad de lisina libre total. Además, cada 4 semanas se obtuvieron tortillas fortificadas preparadas en Santa María Cauqué para ser utilizadas en pruebas biológicas en ratas.

5. Medición del efecto de la fortificación del maíz en la morbilidad de los niños

Estos estudios se realizaron en una submuestra de la población de niños menores de 3 años de edad. En el Cuadro 3, se muestra el número de niños estudiados en los diferentes períodos de edad. Enfermeras especialmente entrenadas, identificaron a los niños enfermos (casos nuevos), mediante vi-

INSERTAR CUADRO 3

sitas semanales a las casas de los niños; todos los diagnósticos fueron confirmados por el médico de campo. El médico determinó la duración de la enfermedad estableciendo la presencia de síntomas por medio de visitas efectuadas a los niños cada 2 ó 3 días. De esta manera, se pudo calcular la duración de cada episodio de enfermedad. La severidad de las infecciones se midió por la presencia de fiebre, y por el número de evacuaciones intestinales por día.

Para el análisis de los datos se calculó el porcentaje de tiempo que los niños estuvieron enfermos en cada semestre de vida, expresándolo como tasa por 100 días-niño. Esta se calculó para infección respiratoria superior, bronquitis, bronconeumonía y enfermedad diarreica. Cuando un niño manifestó síntomas pertenecientes a dos entidades clínicas

diferentes, se consideró como un sólo día de enfermedad. Sin embargo en la determinación de la duración de cada cuadro clínico, se computó independientemente la duración de cada entidad clínica. Así por ejemplo, si un niño estuvo enfermo durante 10 días con infección respiratoria superior y al mismo tiempo tuvo 5 días de diarrea, se computaron 10 días de infección respiratoria superior y 5 días de diarrea, pero al calcular los días de enfermedad, se computaron únicamente 10 días.

El análisis de esta información se hizo para los 6 semestres de vida comprendidos entre 0 y 36 meses de edad. Sin embargo, en esta presentación se omiten los datos que corresponden al primer año de vida a causa de que los niños a esa edad no consumen tortillas en cantidades significativas.

#### 6. Vigilancia de mortalidad

Desde que se iniciaron las observaciones en Santa María Cauqué en el año de 1964, se ha mantenido en operación una vigilancia destinada a determinar las tasas de mortalidad. La metodología de campo permite conocer cada muerte que sucede en el área de estudio. En cada caso se determinó la causa de muerte, ya fuera por un diagnóstico clínico hecho durante el curso de la enfermedad, o bien por un interrogatorio a los padres del niño sobre las características de la enfermedad

que causó la muerte. En más del 90 por ciento de los casos, el médico de campo tuvo oportunidad de examinar a los niños durante el curso de la enfermedad. Fue posible establecer el número de recién nacidos y el número de habitantes para cada edad específica entre 1 y 5 años. Con esta información se determinaron las tasas de mortalidad en los diferentes períodos de vida. Para el análisis de la mortalidad se compararon las tasas correspondientes a los 8 años previos (enero de 1964 al 31 de mayo de 1972) con las tasas correspondientes a los 3 años de fortificación (1 de junio de 1972 al 31 de mayo de 1975). La mortalidad infantil durante ambos períodos de tiempo se comparó en los tres grupos de familia clasificados de acuerdo a su nivel de fortificación.

#### 7. Estudios dietéticos

La ingesta dietética en mujeres embarazadas se determinó por medio del método de registro diario. En cada mujer se realizaron tres encuestas, correspondientes a cada trimestre de embarazo; cada una tuvo una duración de siete días.

En los niños preescolares la información dietética se obtuvo en visitas realizadas una vez por semana usando el método de recordatorio semanal.

## Resultados

### 1. Colaboración de las familias

Las familias que fortificaron el maíz en bases regulares constituyeron el 36 por ciento del total. El índice de fortificación de estas familias osciló entre 51 y 79 por ciento (ver Cuadro 4). El grupo intermedio mostró un índice de for-

INSERTAR CUADRO 4

tificación entre 14 y 47 por ciento. Este grupo empezó con una fortificación alta, y a través del estudio su colaboración fue disminuyendo tal como se observa en el Cuadro 5. El grupo

INSERTAR CUADRO 5

con fortificación baja estuvo constituido por el 51 por ciento de las familias; el índice de fortificación en la mayoría de estas familias fue menor de 10 por ciento. Algunos problemas en la aceptabilidad de la fortificación del maíz, se identificaron durante el desarrollo del programa. Las familias encontraron un ligero cambio en el sabor de las tortillas; además, las tortillas guardadas por más de 12 horas, desarrollaron un olor desagradable y se volvieron pegajosas. Por otra parte, las mujeres no aceptaron fortificar su maíz cuando iban a preparar tamales o tamalitos, porque estos no se cocinaban

con la textura deseada. Tampoco aceptaron la fortificación del maíz cuando éste estaba destruido por insectos, porque al agregar la harina de soya, la masa se volvía pegajosa. Se analizaron las causas de estos problemas y se encontró que la alta solubilidad de la harina de soya utilizada en la muestra, aumentaba la humedad de las tortillas y de los tamales y favorecía su descomposición.

#### Análisis químico de las tortillas

La cantidad de proteína y de lisina libre total en las tortillas fortificadas y no fortificadas se muestra en el Cuadro 6. Las tortillas enriquecidas tuvieron un promedio

#### INSERTAR CUADRO 6

de 2 g más de proteína y 36.2 mg más de lisina libre total por ciento, que las tortillas no enriquecidas. A pesar de que estas diferencias fueron muy significativas, la cantidad de proteína en la tortilla enriquecida fue de solamente la mitad de lo que se esperaba. Por lo tanto puede concluirse que la fortificación del maíz fue efectiva al nivel de 4 a 6 por ciento. Esto se hizo evidente en el PER de las tortillas fortificadas, el cual osciló entre 1.90 y 2.19, sin alcanzar el valor esperado de 2.76. Este fallo en alcanzar el nivel deseado de fortificación se ha explicado principalmente

en base de que la adición de una cantidad grande de harina fortificante más el agua que se utiliza durante el molido, causa un aumento en el volumen, reduciendo, por lo tanto, la concentración final de la mezcla fortificante en la masa del maíz.

3. Estado socioeconómico de la familia

Con el objeto de determinar diferencias socioeconómicas entre los tres grupos de familias, se estableció el índice socioeconómico de las mismas. La comparación de este índice no mostró ninguna diferencia entre los tres grupos de familias, indicando que la participación de ellas en el proyecto no estuvo determinada por variables socioeconómicas.

4. Efecto biológico de la fortificación del maíz

a) Relación del índice de fortificación y la ingesta dietética en mujeres embarazadas

El promedio de ingesta diaria de calorías y proteínas obtenidas en tres encuestas realizadas durante cada trimestre del embarazo se encuentra en el Cuadro 7. Puede observarse

INSERTAR CUADRO 7

que las mujeres que pertenecen al grupo de fortificación alta tuvieron un promedio de ingesta mayor de calorías y de proteína total. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas.

No se observaron diferencias entre el consumo de proteína animal, proteína vegetal y calorías no provenientes del maíz. De esto se infiere que el aumento en la ingesta calórica y proteica fue dado por el consumo mayor de tortillas en este grupo de mujeres. El promedio diario de ingesta calórica y proteica en niños pre-escolares a los 2 y 3 años de vida se presenta en el Cuadro 8. No se encontraron diferencias sig-

#### INSERTAR CUADRO 8

nificativas en el consumo de calorías ni de proteínas entre los dos grupos de niños.

#### b) Relación entre el índice de fortificación y la morbilidad

Se compararon las tasas de ataque por infección respiratoria superior e inferior y por enfermedad diarreica. No se encontraron diferencias en el número de episodios de enfermedad en relación al índice de fortificación. El porcentaje de tiempo que los niños estuvieron enfermos con infección respiratoria superior, con bronquitis y neumonía, y con enfermedad diarreica, se puede observar en los Cuadros 9, 10 y 11 respectivamente. Se nota que conforme aumentó el índice de fortificación, el porcentaje de días de enfermedad fue menor. Los niños con un IF mayor, tuvieron una reducción en el porcentaje de tiempo que estuvieron enfermos con infección

respiratoria superior durante el segundo y tercer año de vida.

INSERTAR CUADRO 9

Igualmente, se observó una reducción en el porcentaje de tiempo que los niños altamente fortificados estuvieron enfermos con bronquitis y neumonía durante el 3o., 4o. y 5o. semestres

INSERTAR CUADRO 10

de vida. En la enfermedad diarreica, la diferencia se encontró de los 12 a los 30 meses de vida. El porcentaje de tiempo

INSERTAR CUADRO 11

total con enfermedades infecciosas fue menor durante los semestres 3o., 4o. y 5o. de vida en los niños con fortificación alta (Cuadro 12).

INSERTAR CUADRO 12

La severidad de las enfermedades infecciosas fue también menor en los niños con fortificación alta. Se encontró que el porcentaje de tiempo que estuvieron enfermos con fiebre fue menor durante el 3o., 4o. y 5o. semestres de vida (Cuadro 13). La severidad de la enfermedad diarreica se midió

INSERTAR CUADRO 13

de acuerdo al porcentaje de tiempo que estuvieron enfermos con diarrea de 7 o más evacuaciones intestinales por día. Los niños con fortificación alta tuvieron menos días de diarrea de esta categoría durante los semestres 3o., 4o. y 5o. de vida (Cuadro 14).

#### INSERTAR CUADRO 14

La reducción total en el número de días de enfermedades infecciosas durante el 2o. y 3er. año de vida se puede observar en el Cuadro 15, en donde se presenta la reducción en días

#### INSERTAR CUADRO 15

de enfermedad por semestre de vida entre los grupos de niños con fortificación alta y baja. Puede observarse que durante este período, los niños con fortificación alta tuvieron en promedio 41.2 días menos de enfermedad diarreica, 14.9 días menos con infección respiratoria superior y 9.2 días menos con infección respiratoria inferior. En total los niños con fortificación alta tuvieron 67.5 días menos con enfermedades infecciosas, es decir un poco más de 2 meses menos de enfermedad durante el período de destete. Puede concluirse que la fortificación del maíz produjo un efecto beneficioso al reducir la duración y la severidad de las enfermedades infecciosas durante el 2o. y 3er. año de vida.

c) Relación entre el índice de fortificación y la mortalidad de 0 a 5 años

Se compararon las tasas de mortalidad en los tres grupos de familias clasificadas de acuerdo a su índice de fortificación. Se calculó también la tasa de mortalidad infantil durante el período pre-fortificación en estas mismas familias.

En el Cuadro 16, donde se presenta la mortalidad infantil antes de la fortificación del maíz, puede notarse que la tasa

INSERTAR CUADRO 16

de mortalidad fue ligeramente mayor en el grupo de familias de poca fortificación. Estas diferencias no fueron significativas.

La mortalidad infantil durante el período de la fortificación del maíz se presenta en el Cuadro 17. La tasa mayor correspondió a los grupos de poca y con mediana fortificación.

INSERTAR CUADRO 17

Estas cifras no son significativamente diferentes de las observadas para las mismas familias antes de la fortificación. Por el contrario, la tasa de mortalidad infantil en el grupo de niños de las familias con fortificación alta fue tres veces menor. La comparación de estos hallazgos con los datos basales

muestra que este grupo de fortificación alta ha experimentado una reducción del 50 por ciento en su tasa de mortalidad infantil.

En el Cuadro 18 se demuestra que esta reducción en la

#### INSERTAR CUADRO 18

mortalidad no fue a consecuencia de una disminución en la proporción de niños con bajo peso al nacimiento ( $\leq 2500$  g). Se encontró que la proporción de niños con poco peso al nacer fue muy parecida en los tres grupos. La relación entre la fortificación del maíz y la mortalidad infantil fue aún evidente al determinar las tasas de mortalidad específicas de estos niños. De tal manera que el mecanismo involucrado en la mortalidad infantil fue independiente del peso al nacer.

La relación entre fortificación del maíz y la mortalidad durante el segundo, tercero, cuarto y quinto año de vida se puede observar en el Cuadro 19 para el período pre-fortifica-

#### INSERTAR CUADRO 19

ción y en el Cuadro 20 para el período correspondiente a la

#### INSERTAR CUADRO 20

fortificación del maíz. Puede observarse que no existen

diferencias en la mortalidad en el segundo año de vida en el grupo con fortificación alta y baja. Sin embargo, no se observó ni una sola muerte en las familias con fortificación alta durante el tercero, cuarto y quinto año de vida. La tasa total de mortalidad del segundo al quinto año de vida durante el período de fortificación fue ligeramente menor que la observada durante el período de pre-fortificación; sin embargo, hay que hacer notar que al comparar los tres grupos, la tasa de mortalidad en las familias con fortificación alta se redujo en más o menos dos tercios y que no se observó ninguna muerte después del segundo año de vida.

d) Relación entre el índice de fortificación y el crecimiento físico

Con el objeto de conocer el efecto biológico que la fortificación del maíz tuvo sobre el crecimiento físico, se analizó el crecimiento intrauterino y postnatal.

En el Cuadro 21 se muestra el análisis en relación al

INSERTAR CUADRO 21

crecimiento intrauterino. Claramente se demuestra que no hay ningún impacto aparente de la intervención sobre el crecimiento fetal. Además se muestra que las variables maternas tales como la edad de gestación, la talla de la madre, y el número

de orden del nacimiento no tuvieron ninguna influencia sobre el peso al nacer. Análisis similares con la talla y la circunferencia craneana del niño mostraron resultados semejantes a los anteriores. Por consiguiente puede concluirse que la fortificación del maíz durante el embarazo no tuvo ningún efecto aparente en el crecimiento intrauterino.

Los análisis orientados a explorar la relación entre el índice de fortificación y el crecimiento postnatal, se muestran en los Cuadros 22, 23 y 24. En el Cuadro 22 se puede observar que no hay ninguna relación aparente entre la talla y el índice de fortificación de niños menores de 8 años. Para

#### INSERTAR CUADRO 22

conocer la influencia de factores constantes de la familia, tales como el status socioeconómico y el nivel de colaboración con el programa se hizo el siguiente análisis. Se seleccionaron parejas de hermanos en que había información sobre el crecimiento de ambos hermanos a cualquiera de las edades siguientes: al nacer, a los 6, 15, 24, 36 y 60 meses de edad. Además era necesario que el hermano mayor hubiera alcanzado la edad estudiada antes del programa de fortificación, mientras que el hermano menor hubiera alcanzado la misma edad durante el desarrollo del programa. De esta manera, el hermano mayor no tuvo ninguna oportunidad de beneficiarse con la fortificación.

En el Cuadro 23 se compara el peso y la talla de ambos hermanos. Ninguna de las comparaciones entre las parejas de

INSERTAR CUADRO 23

hermanos, ya fuera por peso o por talla, mostraron diferencias. Por consiguiente, se concluyó que incluso después de controlar, por factores constantes en la familia, la fortificación del maíz parece no tener un impacto en el crecimiento físico postnatal.

Por último, se hizo un análisis relacionando los incrementos observados en el crecimiento de los niños y en su índice de fortificación de los 3 a los 5 años de edad. El Cuadro 24 muestra los coeficientes de correlación, observándose que

INSERTAR CUADRO 24

aunque estos no son estadísticamente significativos, son mayores que los observados cuando se analizó la fortificación con la talla de los niños. Esto hace sugerir que existe una tendencia entre los incrementos en talla y peso con los cambios que se observan en el índice de fortificación.

En sumario, los análisis sugieren que la fortificación del maíz no ha tenido ningún impacto sobre el crecimiento físico. Sin embargo, existe la posibilidad de que con un nivel más alto de fortificación se pudiera observar un efecto positivo en el crecimiento.

### Comentarios

El presente, es el primer estudio que se ha llevado a cabo a nivel de una comunidad para conocer el efecto de la fortificación de la tortilla con harina de soya, en forma no industrializada. Es natural que al tratar de implementar en un área rural una tecnología desarrollada para fines industriales, se tropiece con problemas de aceptación por parte de las personas a quienes va dirigida la intervención.

Los principales problemas identificados en nuestro estudio, se relacionaron con los leves cambios de sabor y con la poca estabilidad de las tortillas. Otro problema fue no haber llegado al nivel planeado del 8 por ciento de fortificación.

La variación en el sabor sólo fue detectable cuando consumían las tortillas en cantidades altas o dentro del café. Sin embargo, si las personas persistían en el consumo de las tortillas fortificadas podían fácilmente acostumbrarse, e incluso desarrollar un gusto por ellas. En lo que respecta a la más rápida descomposición, se encontró que las tortillas fortificadas contenían más agua a consecuencia de la gran solubilidad de la harina de soya utilizada. El fallo en alcanzar el 8 por ciento de la fortificación fue a causa de la fineza de la harina (pasa 150 mesh). Esta no sólo ocupaba mucho volumen sino que, a causa de que era difícil apelmazarla, es probable que las medidas usadas no llevaran el nivel de harina adecuado.

Todos estos problemas podrían evitarse al usar harina fortificante en forma peletizada y con menor solubilidad en agua.

De manera que un factor determinante en la aceptación de las tortillas fortificadas es que la harina fortificante debe ser preparada de modo que no produzca cambios organolépticos en la tortilla.

Durante los 3 años del estudio se logró que el 36 por ciento de las familias aceptaran la fortificación en forma continua y regular. El hecho de que más de una tercera parte de las familias hayan aceptado la fortificación sin haber hecho en ellas una presión constante, es indicativo de que a nivel de campo es posible implementar un programa de esta naturaleza. Nuestra experiencia podría servir de base para el desarrollo de una metodología para organizar programas de cobertura nacional.

El efecto biológico positivo sobre la morbilidad y la mortalidad está indicando claramente un beneficio directo entre los niños que consumen tortillas fortificadas. Al acortar la duración y disminuir la severidad de las enfermedades infecciosas en el niño (13-15), se está disminuyendo el daño nutricional que los procesos infecciosos causan en el hospedero. Juntamente con este efecto beneficioso sobre la morbilidad se refleja una reducción significativa en la mortalidad de 0 a 5 años en las familias fortificadoras.

Debe mencionarse que este efecto se observó con una fortificación a nivel del 4 ó 6 por ciento. Es de esperar que al llegar a un nivel efectivo de 8 por ciento de fortificación, los efectos sean mayores y puedan evidenciarse en otros parámetros biológicos tales como el crecimiento intrauterino y postnatal. De esta manera será posible evaluar el papel de una intervención estrictamente nutricional, en un ambiente contaminado.

Se ha sugerido que en áreas en donde hay déficit, tanto en proteínas como en calorías, el mejoramiento nutricional de los cereales como la única intervención nutricional es inútil. Se asume que la proteína se utiliza para llenar las necesidades energéticas de los individuos. Sin embargo, Scrimshaw y colaboradores reportaron recientemente que en sujetos adultos que están perdiendo peso, la utilización total de las proteínas puede mejorarse a través de la suplementación dietética con los aminoácidos esenciales limitantes, aún cuando la ingesta calórica sea inadecuada (16).

Se planea continuar con estas investigaciones por dos años más, con un nivel de fortificación del 8 por ciento ampliando las observaciones, con el objeto de reproducir los resultados observados en la reducción de morbilidad en una muestra mayor. Además, se desea medir el impacto sobre el crecimiento al fortificar la tortilla a un nivel efectivo del 8 por ciento. También se ha planeado realizar análisis del efecto de la fortificación sobre la

salud de las embarazadas y las mujeres lactantes. Se espera que al lograr una fortificación a nivel más alto se ocasione un mayor efecto positivo en la salud de la comunidad

## REFERENCIAS

1. Nutritional Evaluation of the Population of Central America and Panama. Regional Summary. Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) and Nutrition Program, Center for Disease Control (formerly, Interdepartamental Committee on Nutrition for National Development). Washington, D.C., U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1972, 165 p. (DHEW Publication No. (HSM) 72-8120).
2. Flores, M., M.T. Menchú, M.Y. Lara y M.A. Guzmán. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en pre-escolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. Arch. Latinoamer. Nutr., 20:41-58, 1970.
3. Mata, L.J., J.J. Urrutia, y B. García. Malnutrition and infection in a rural village of Guatemala. En: Proceedings of the 9th International Congress of Nutrition, México, 1972, 2:175-192, 1975.
4. Mata, L.J. The Children of Santa María Cauqué (Monografía). Capítulos 12 y 15. Cambridge, Massachusetts, Prenda del MIT. (En prensa).
5. Bressani, R., G. Arroyave y N.S. Scrimshaw. The nutritive value of Central American corns. I. Nitrogen, ether, extract, crude fiber, and minerals of twenty-four varieties in Guatemala. Food Research, 18:261-267, 1953.
6. Bressani, R., L.G. Elfás, N.S. Scrimshaw y M.A. Guzmán. Nutritive value of Central American corns. VI. Varietal and environmental influence on the nitrogen, essential amino acid, and fat content of ten varieties. Cereal Chem., 39:59-67, 1962.
7. Bressani, R. Effect of amino acid imbalance on nitrogen retention. II. Interrelationships between methionine, valine, isoleucine and threonine as supplements to corn proteins for dogs. J. Nutr., 79:389-394, 1963.
8. Bressani, R. y E. Marengo. Corn flour supplementation. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan, and vitamins. J. Agr. Food Chem., 11:517-522, 1963.

9. Bressani, R., L.G. Elías y J.E. Braham.  
Suplementación con aminoácidos del maíz y de la tortilla.  
Arch. Latinoamer. Nutr., 18:123-134, 1968.
10. Bressani, R., D. Wilson, M. Chung, M. Béhar y N.S. Scrimshaw.  
Supplementation of cereal proteins with amino acids. V. Effect  
of supplementing lime-treated corn with different levels of  
lysine, tryptophan and isoleucine on the nitrogen retention  
of young children. J. Nutr., 80:80-84, 1963.
11. Mata, L.J., J.J. Urrutia, B. García, R. Bressani, P. Lachance,  
y M. Guzmán.  
A model for maize fortification with soy bean flour, lysine  
and other nutrients in a low socioeconomic rural community.  
En: Proceedings of the Conference on Nutritional Improvement  
of Maize, Institute of Nutrition of Central America and  
Panama (INCAP), Guatemala, March 1972. Bressani, R., E.  
Braham y M. Béhar (Eds.).
12. Mata, L.J., J.J. Urrutia, C. Albertazzi, O. Pellecer y E.  
Arellano.  
Influence of recurrent infections on nutrition and growth of  
children in Guatemala. Am. J. Clin. Nutr., 25:1267-1275, 1972.
13. Beisel, W.R.  
Nutrient wastage during infection. En: Proceedings of the  
Ninth International Congress of Nutrition. Basel, Switzerland,  
S. Karger, 1975. pp. 153-160.
14. Pekarek, R.S. y W.R. Beisel.  
Redistribution and sequestering of essential trace elements  
during acute infection. En: Proceedings of the Ninth Inter-  
national Congress of Nutrition. Basel, Switzerland, S. Karger,  
1975. pp. 183-188.
15. Mata, L.J., J.J. Urrutia, A. Cáceres y M. Guzmán.  
The biologic environment in a Guatemalan rural community.  
En: Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress  
III, Miami, Florida, August-September, 1971. pp. 257-264, 1972.
16. Scrimshaw, N.S., Y. Taylor y V.R. Young.  
Lysine supplementation of wheat gluten at adequate and restrict-  
ed energy intakes in young men. Am. J. Clin. Nutr., 26:965-  
972, 1973.

Cuadro 1  
 Mezcla fortificante para el maíz\*  
 Santa María Cauqué

Ingredientes	Composición del suplemento %	Contenido en 8% agregado al maíz, g
Harina de soya	97.5000	7.800000
HCl L-lisina	1.5000	0.120000
Tiamina	0.0268	0.002144
Riboflavina	0.0162	0.001296
Niacinamida	0.1930	0.015440
Ortofosfato de hierro**	0.6000	0.048000
Vitamina A 250-SD***	0.0313	0.002504
Almidón de maíz	0.1327	0.010616
<b>Total</b>	<b>100.0000</b>	<b>8.000000</b>

\* Desarrollado por R. Bressani.

\*\* Contiene 28.17% Fe.

\*\*\* 75,000 mcg Retinol/g.

Cuadro 2

Indice de fortificación (IF)

$$\begin{array}{l} \text{IF} \\ \text{semanal} \\ \text{por familia} \end{array} = \frac{\text{Días de asistencia a los molinos}}{\text{Días de la semana (6)}} \times \frac{\text{Cantidad de harina fortificadora agregada al maíz cocido}}{\text{Libras de maíz cocido (nixtamal)}}$$

Cuadro 3

Número de niños en control de morbilidad  
durante el segundo y tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	35	40	42	32
20-39	11	11	14	11
40-100	14	16	19	19
Total	60	67	75	62

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

Cuadro 4

Variabilidad en la frecuencia de fortificación en  
 el grupo con fortificación alta\* (IF 40-100)  
 Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Trimestres de observación	Indice de fortificación (IF)	Trimestres de observación	Indice de fortificación (IF)
1	64 $\pm$ 22**	7	71 $\pm$ 17
2	69 $\pm$ 20	8	75 $\pm$ 16
3	71 $\pm$ 21	9	78 $\pm$ 22
4	75 $\pm$ 19	10	55 $\pm$ 26
5	79 $\pm$ 17	11	51 $\pm$ 31
6	55 $\pm$ 13	12	60 $\pm$ 34

\* 94 familias.

\*\* . Promedio  $\pm$  una desviación estándar.

Cuadro 5

Variabilidad en la frecuencia de fortificación en  
 el grupo con fortificación intermedia\*(IF 20-39)  
 Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Trimestres de observación	Indice de fortificación (IF)	Trimestres de observación	Indice de fortificación (IF)
1	42 $\pm$ 27**	7	32 $\pm$ 27
2	47 $\pm$ 27	8	24 $\pm$ 24
3	42 $\pm$ 27	9	27 $\pm$ 31
4	37 $\pm$ 23	10	14 $\pm$ 19
5	27 $\pm$ 33	11	17 $\pm$ 25
6	26 $\pm$ 20	12	23 $\pm$ 31

\* 23 familias.

\*\* Promedio  $\pm$  una desviación estándar.

Cuadro 6.

Proteína y lisina libre total en una  
muestra de 918 tortillas  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Variables	498 tortillas fortificadas	420 tortillas no fortificadas	Valor de t	p
Proteína (g%)	10.7±1.2	8.7±1.1	26.45	<.001
Lisina libre total (mg%)	55.9±23.2	19.7±13.1	28.31	<.001

Cuadro 7

Análisis de varianza de las dietas\* de mujeres embarazadas agrupadas de acuerdo a su Índice de Fortificación Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Variables	Índice de Fortificación			P
	0-19 (37) **	20-39 (16)	40-100 (52)	
Tortilla (g)	479	476	574	<.010
Calorías no provenientes de maíz	741	732	766	N.S.
Calorías totales	1801	1745	2024	<.005
Proteína no proveniente de maíz (g)	17.6	16.5	18.1	N.S.
Proteína vegetal (g)	39.2	39.0	48.7	<.005
Proteína animal (g)	6.9	7.6	6.6	N.S.

\* Promedio de ingesta diaria en tres encuestas realizadas en cada trimestre del embarazo, usando el método de registro diario durante una semana.

\*\* Número de casos.

Cuadro 8

Promedio de ingesta calórica y proteica diaria en  
preescolares estudiados longitudinalmente\*  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Edad (meses)	Índice de fortificación	Número de niños	Calorías**	Proteínas g
23 a 24***	0-19	28	712 <sub>±</sub> 289	16.5 <sub>±</sub> 7.3
	40-100	32	733 <sub>±</sub> 360	17.8 <sub>±</sub> 10.8
35 a 36****	0-19	15	1121 <sub>±</sub> 349	26.7 <sub>±</sub> 7.9
	40-100	24	1019 <sub>±</sub> 273	26.3 <sub>±</sub> 7.3

\* Método recordatorio de una semana.

\*\* Recomendaciones INCAP, 1973 para niños de 24 y 36 meses de edad:  
1350 y 1550 calorías; 28 y 30 g de proteína respectivamente.

\*\*\* 60% de los niños son lactantes.

\*\*\*\* 11% de los niños son lactantes.

Cuadro 9

Porcentaje de tiempo enfermo con  
 infección respiratoria superior  
 durante el segundo y tercer año de vida  
 Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	10.9**	9.1	9.5	8.9
20-39	10.1	7.6	8.3	6.1
40-100	6.8	5.3	6.5	5.0
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 10

Porcentaje de tiempo enfermo con bronquitis  
y bronconeumonía durante el segundo y  
tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	8.3**	7.4	8.8	3.6
20-39	6.8	5.4	2.9	3.4
40-100	5.7	3.1	4.6	4.9
P	N.S.	N.S.	<.025	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 11

Porcentaje de tiempo enfermo con diarrea  
durante el segundo y tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	16.8**	13.6	15.8	8.7
20-39	12.1	7.2	9.8	8.9
40-100	7.6	9.9	6.9	7.5
P	<.10	N.S.	N.S.	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 12

Porcentaje de tiempo enfermo con  
enfermedades infecciosas,  
durante el segundo y tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	33.3**	29.6	32.8	20.9
20-39	32.8	24.5	21.1	20.2
40-100	22.8	19.5	17.8	19.0
P	N.S.	<.10	<.025	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 13

Porcentaje de tiempo enfermo con fiebre durante  
el segundo y tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	9.2**	7.8	10.4	5.1
20-39	7.4	4.8	5.8	5.7
40-100	4.0	4.3	3.7	5.5
P	<.05	N.S.	<.005	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 14

Porcentaje de tiempo enfermo con diarrea de  
7 ó más evacuaciones intestinales por día  
durante el segundo y tercer año de vida  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Intervalos de edad, meses			
	12-17	18-23	24-29	30-35
0-19	4.8**	4.6	4.6	1.8
20-39	5.0	2.2	2.7	2.6
40-100	1.4	1.8	1.3	1.8
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 100 días-niño.

Cuadro 15

Reducción en el número de días de enfermedad durante el segundo y tercer año de vida, en niños con fortificación alta. Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Enfermedades	Intervalos de edad, meses				Total
	12-17	18-23	24-29	30-35	
Diarrea	16.4*	6.7	15.8	2.3	41.2**
Infección respiratoria superior	4.2	3.8	3.0	3.9	14.9
Infección respiratoria inferior	2.6	3.8	4.2	1.4	9.2
Total de días con enfermedades infecciosas	18.9	18.2	27.0	3.4	67.5

\* Reducción de días de enfermedad por semestre de vida entre los grupos de niños con alta y baja fortificación.

\*\* Reducción de días de enfermedad durante el segundo y tercer año de vida.

Cuadro 16

Mortalidad infantil antes de la fortificación  
del maíz  
Santa María Cauqué, Enero 1964-Mayo 1972

Grupos de fortificación*	Número de nacimientos	Número de muertes			Tasa
		Mortinatos	0-11 meses	Total	
0-19	255	8	26	34	133**
20-39	43	0	5	5	116
40-100	206	8	14	22	107
Total	504	16	45	61	121

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 1000 nacimientos.

Cuadro 17

Mortalidad infantil durante la fortificación del maíz

Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Número de nacimientos	Número de muertes			Tasa
		Mortinatos	0-11 meses	Total	
0-19	133	5	15	20	150**
20-39	21	0	3	3	143
40-100	98	2	3	5	51
Total	252	7	21	28	111

\* Clasificación de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 1000 nacimientos.

Cuadro 18

Mortalidad infantil en niños con bajo peso al nacer  
( $\leq 2.5$  Kg) nacidos durante la fortificación del maíz  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Grupos de fortificación*	Número de nacimiento	Número de niños con $\leq 2.5$ Kg al nacer	Porcentaje	Número de muertes	Tasa
0-19	133	53	39.8	9	170**
20-39	21	8	38.1	2	250
40-100	98	37	37.8	2	54

\* Clasificados de acuerdo al Índice de Fortificación.

\*\* Tasa por 1000 nacimientos.

Cuadro 19

Mortalidad del segundo al quinto año de vida,  
antes de la fortificación del maíz  
Santa María Cauqué, Enero 1964-Mayo 1972

Mortalidad	Número de niños	Número de muertes	Tasa
Segundo año	454	26	57*
Tercer año	389	13	33
Cuarto año	376	5	13
Quinto año	357	1	3
Total	1576	45	29

\* Tasa por 1000 niños de esa edad.

Cuadro 20

Mortalidad del segundo al quinto año de vida  
durante la fortificación del maíz  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Años de vida	Mortalidad por grupos de fortificación			Mortalidad total
	0-19	20-39	40-100	
Segundo	23*	125	28	34
Tercero	26	0	0	13
Cuarto	27	176	0	30
Quinto	16	0	0	7
Total 2o. al 5o.	23	76	9	22

\* Tasa por 1000 niños de esa edad.

Cuadro 21

Relación entre el peso al nacer y el Índice de Fortificación en niños a término\*  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Variables	Índice de Fortificación		
	0-19	20-39	40-100
	$\bar{x} \pm S.D.$	$\bar{x} \pm S.D.$	$\bar{x} \pm S.D.$
Peso al nacer (gramos)	2643 $\pm$ 324	2702 $\pm$ 285	2571 $\pm$ 314
Índice de Fortificación	4 $\pm$ 6	29 $\pm$ 5	65 $\pm$ 13
Orden del nacimiento	4.1 $\pm$ 3.1	4.2 $\pm$ 2.9	4.8 $\pm$ 3.6
Talla de la madre (centímetros)	143 $\pm$ 4.2	145 $\pm$ 5.3	144 $\pm$ 4.7
Edad de gestación (semanas)	39.3 $\pm$ 1.2	39.3 $\pm$ 1.1	39.1 $\pm$ 1.5
Número de casos	124	27	71

\* Niños prematuros (<37 semanas de gestación) excluidos.

Cuadro 22

Correlación entre el Índice de Fortificación y la  
talla de niños de 0 a 8 años de edad  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Edad (años)	Número de casos	Coefficiente de correlación (r)
0	214	.045
1	168	-.118
2	167	-.045
3	153	.000
4	139	.010
5	126	.057
6	109	.021
7	108	.091
8	109	.021

Cuadro 23

Promedio y desviación estándar ( $\bar{x} \pm S.D.$ ) de la  
talla y el peso en parejas de hermanos  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

Número de parejas de hermanos	Talla (centímetros)		Peso (gramos)	
	Hermano 1*	Hermano 2**	Hermano 1	Hermano 2
76	45.7 $\pm$ 1.8	46.3 $\pm$ 1.6	2569 (307)	2634 (380)
76	59.6 $\pm$ 2.3	58.9 $\pm$ 0.9	6242 (687)	6351 (857)
76	68.0 $\pm$ 2.7	67.5 $\pm$ 2.6	7320 (893)	7210 (878)
64	74.4 $\pm$ 3.8	74.1 $\pm$ 3.6	8586 (1004)	8641 (998)
64	79.9 $\pm$ 3.9	80.2 $\pm$ 4.3	10304 (1276)	10389 (1253)
66	92.2 $\pm$ 4.4	92.7 $\pm$ 4.1	13509 (1498)	13615 (1580)

Hermano 1 nacido antes de la fortificación del maíz.

Hermano 2 nacido después de la fortificación del maíz.

Cuadro 24

Relación entre los cambios en el Índice de Fortificación  
y el incremento en peso de los 3 a los 5 años de edad  
Santa María Cauqué, Junio 1972-Mayo 1975

VARIABLES	Número de niños	Coefficiente de correlación (r)
Peso	56	.169
Talla	55	.100