

**Artículo Original**

## **Tortilla de maíz fortificada con aminoácidos para la alimentación de niños desnutridos en Yucatán, México**

### **Feeding malnourished children with corn tortilla fortified with amino acids in Yucatán, México**

Ramón Canul, L. G.<sup>1</sup>; Chel Guerrero, L. A.<sup>2</sup>; Betancur Ancona, D. A.<sup>2</sup>; Castellanos Ruelas, A. F.<sup>2</sup>

*1 Escuela de Nutrición. Universidad de la Sierra Sur. Miahuatlán, Oaxaca, México.*

*2 Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. México.*

#### **RESUMEN**

La desnutrición proteica y calórica en la población infantil de México ha propiciado el desarrollo y la implementación de programas que contribuyen a la elaboración de productos nutricionalmente mejorados. Es por ello que el presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto del consumo de la tortilla de maíz fortificada con lisina y triptófano, en el crecimiento de niños de edad preescolar desnutridos en dos zonas rurales del estado de Yucatán. Se consideró una población integrada por 156 niños de edad preescolar originarios de dos comunidades rurales, Ticopó y Canicab, con una edad entre 36 y 71 meses. Se integraron dos grupos de 21 niños cada uno, que consumieron tortillas durante doce meses: fortificadas con lisina y triptófano (grupo Experimental) y sin fortificación (grupo Testigo). Se midió el consumo semanal de nutrimentos, el peso corporal, así como los indicadores antropométricos: peso/edad, talla/edad y peso/talla. Los resultados se analizaron estadísticamente calculando la media, parámetros de dispersión, correlación y la prueba de *t* de Student. En los resultados obtenidos al final del período experimental de 12 meses, se observó una mejoría en todas las variables de crecimiento estudiadas, en los niños que consumieron tortillas fortificadas en comparación con el grupo testigo, pero no al-

canzó el nivel de significancia estadística ( $p > 0.05$ ). Posiblemente ello se debió a un bajo consumo de energía total en el grupo Experimental. Se concluyó que el consumo de tortilla fortificada con lisina y triptófano no contribuyó a mejorar significativamente el estado nutricional del niño, debido a que no es el único factor que propicia la desnutrición, sin embargo propició una mejoría en la ganancia de peso y en la antropometría.

#### **PALABRAS CLAVE**

Niños preescolares, nutrición, antropometría, aminoácidos.

#### **ABSTRACT**

Caloric and protein malnutrition in children has led to the development of programs that design and distribute nutritionally enhanced products in México. That is why this study was conducted in order to evaluate the effect of consumption of corn tortillas fortified with lysine and tryptophan, on growth of malnourished pre-school children in two rural areas of Yucatan. An original population of 156 pre-school children originated from two rural communities, Canicab and Ticopó, with ages between 36 and 71 months was selected. Two groups of 21 children each were chosen. They ate tortillas for twelve months: fortified with lysine and tryptophan (experimental group) and tortillas without fortification (control group). Weekly nutrient consumption was measured, also body weight and the following anthropometric indicators: weight / age, height / age

**Correspondencia:**  
cruelas@uady.mx

and weight / height. Results were statistically analyzed estimating the mean, standard deviation, correlation and *t* Student test. Results showed at the end of the experimental period of 12 months, that there was an improvement in all the growing variables, but the difference did not reach the level of statistical significance ( $p > 0.05$ ) among children who consumed fortified tortillas vs. those fed with tortillas without fortification. Possibly this was due to a low total energy intake in the experimental group. It was concluded that consumption of tortillas fortified with lysine and tryptophan did not contribute significantly to improve the nutritional status of the pre-school children, because it is not the only factor that favors malnutrition, however fortification led to a better weight gain and all anthropometric indexes.

## KEY WORDS

Pre-school children, nutrition, anthropometrics, amino acids.

## INTRODUCCIÓN

En México, la prevalencia de las distintas formas de desnutrición en niños menores de cinco años ha venido disminuyendo según las encuestas de nutrición de 1988, 1999 y 2006, particularmente la desnutrición aguda presentó una reducción del 6 a 1.6% (reducción de 73%) entre 1988 y 2006<sup>1</sup>. Siguen existiendo casos de este padecimiento, especialmente en regiones en extrema pobreza, como son los estados con mayor presencia de población indígena. Los niveles de desnutrición más altos se presentan en los estados de Guerrero, Yucatán, Campeche, Puebla, Oaxaca y Chiapas<sup>2</sup>, habiendo sido Yucatán el estado con mayor porcentaje de niños en edades de 2 a 4 años con desnutrición durante los periodos 2001, 2002 y 2003<sup>3</sup>.

En el 2006<sup>1</sup>, un total de 472,890 niños menores de cinco años se clasificaron con bajo peso (5%); 1'194,805 con baja talla (12.7%) y alrededor de 153 mil como emaciados (1.6%). En Yucatán, del total de pre-escolares evaluados en el estado, el 7.5% presentó bajo peso, un 20.3% tuvo baja talla o desmedro y el 0.9% presentó emaciación<sup>4</sup>.

La desnutrición está relacionada con múltiples factores, siendo los socioeconómicos de los más importantes, principalmente el ingreso económico del jefe de familia<sup>5</sup>.

La desnutrición infantil en la población rural o indígena, puede deberse al elevado consumo de tortillas

aunado al bajo consumo de alimentos nitrogenados. La proteína del maíz está compuesta por zeína, con un contenido bajo de lisina y triptófano. Por lo tanto, para corregir el faltante, se requiere fortificarla con proteínas o con aminoácidos.

Para lograr solucionar el problema de la desnutrición, se requiere establecer estrategias apropiadas para suministrar los nutrimentos faltantes (fortificación), así como también medir la aceptabilidad de los alimentos fortificados. Finalmente se debe evaluar el impacto de este aporte de nutrimentos, mediante el estudio de la antropometría.

Se han fortificado<sup>6</sup> tortillas con proteínas de soya y vitaminas, obteniendo efectos positivos en sus propiedades nutrimentales. Otros autores han estudiado las características sensoriales de tortillas fortificadas logrando incrementar su valor proteínico al adicionarles concentrado de *Phaseolus lunatus*, sin afectar sus aceptabilidad<sup>7</sup>. La suplementación proteínica en dietas deficitarias produce cambios importantes en el desarrollo de los seres vivos. Esto fue observado<sup>8</sup> al estudiar el crecimiento, desarrollo físico y cerebral a través de dos generaciones de ratas las cuales fueron alimentadas con tortillas fortificadas con soya, registrándose un aumento en el crecimiento y en el número de neuronas en la segunda generación.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del consumo de tortilla de maíz fortificada con aminoácidos, en el crecimiento de niños en edad preescolar desnutridos en dos zonas rurales del estado de Yucatán, México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Elaboración de la tortilla fortificada*

Se emplearon granos de maíz blanco de la comercializadora de maíz SUMASA<sup>®</sup>, y aminoácidos sintéticos lisina y triptófano de la compañía Ajinomoto<sup>®</sup>.

El proceso de nixtamalización del maíz se realizó de manera tradicional<sup>9</sup>. El tratamiento experimental consistió en agregar a la masa, 2.9 g de lisina y 0.63 g de triptófano por cada kg de maíz. Otro lote no fue fortificado y se utilizó como testigo.

Una vez elaboradas la masa se procedió a elaborar las tortillas en una tortillería comercial ubicada en la comisaría de Ticopó del municipio de Acanceh, Yuca-

tán, la cual contaba con una máquina tortilladora automática. A las tortillas con y sin fortificación, previamente empacadas y almacenadas a 1°C, se les determinó por duplicado la cantidad de lisina disponible<sup>10</sup> y triptófano<sup>11</sup>.

### **Evaluación de la preferencia de las tortillas fortificadas por niños en edad preescolar**

Se realizó una prueba de evaluación sensorial, para la tortilla experimental y la testigo. Para esta prueba se seleccionó un panel consumidor constituido por 60 niños en edad preescolar (36-71 meses), consumidores regulares de tortillas de maíz. Se les aplicó una escala de caritas de 7 puntos de acuerdo a la norma ASTM-E2299-03, (2003)<sup>12</sup>. Para la obtención de los resultados se analizó la gesticulación de cada infante al degustar la tortilla. Se sirvieron en proporción de ¼ acompañadas de queso panela.

En todos los casos en que se trabajó con niños, se solicitó la autorización de los padres o tutores para que los niños participaran en la prueba.

### **Valoración del impacto en el consumo de tortillas**

Se trabajó con niños de las comunidades rurales de Ticopó y Canicab. Ambas comunidades se encuentran en cercanía. Se consideró una población integrada por 156 niños de edad preescolar. Se seleccionaron aquellos cuyo estado nutricional estuvo en el rango de  $\geq -2$  puntuaciones  $z$ , los cuales fueron clasificados como niños con problemas de desnutrición<sup>13</sup>. Se incorporaron al trabajo a 26 niños de la comunidad de Ticopó (17 niñas y 9 niños) y 16 niños de la comunidad de Canicab (7 niñas y 9 niños) con edades de 36 a 71 meses. Se distribuyeron aleatoriamente a los dos grupos: tortilla fortificada (Experimental) y tortilla sin fortificación (Testigo), con 21 niños cada uno. En ambos grupos el porcentaje de niños fue de 42.9% y de niñas 57.1%.

Se suministró la tortilla a las familias cada semana, durante doce meses.

Se realizó cada mes un recordatorio de 24 horas, el cual se aplicaba en tres días, dos entre semana y una el domingo durante 12 meses, con la finalidad de conocer la evolución del consumo de macronutrientes. Para el análisis de los datos y el cálculo de la ingesta de nutrientes se utilizó el programa de cómputo Nutripac 1.5b con apoyo del Sistema Equivalente Mexicano. Los resultados se calcularon dependiendo de la edad de los

niños participantes: de 36 a 47 meses (11 niños), de 48 a 59 meses (27 niños) y de 60 a 71 meses (4 niños), antes y después del consumo de tortillas.

Se midieron y pesaron a los niños una vez al mes durante 12 meses para obtener los índices antropométricos<sup>14</sup>, calculados mediante el programa de cómputo ANTRO 2.0: peso/edad, talla/edad y peso/talla, de acuerdo con un patrón de referencia<sup>15</sup>.

### **Análisis estadístico de los datos**

Para el análisis de la evaluación sensorial de las tortillas, se empleó el estadístico  $t$  de Student, utilizando el programa Statgraphics Plus (ver.5.1). Los consumos de nutrientes entre los grupos Experimental y Testigo se analizaron al interior de cada grupo, en función de la edad de los niños: de 36 a 47 meses, de 48 a 59 meses y de 60 a 71 meses. También se compararon los resultados obtenidos entre los dos grupos, mediante el empleo del programa SPSS (Ver. 17.0). Se correlacionaron las variables dietéticas (consumo de energía, carbohidratos, proteínas, lípidos, lisina y triptófano) con las variables de crecimiento, calculando el coeficiente de correlación de Spearman (SPSS ver. 17.0). Se compararon los índices antropométricos al inicio del trabajo entre los grupos Experimental y el Testigo; también se compararon al interior de los grupos y entre los grupos al final. Se utilizó la prueba de  $t$  de Student (SPSS. Ver. 17.0).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

El contenido de lisina y triptófano en la tortilla de maíz sin fortificación fue  $1.94 \pm 0.02$  g/100 g de proteína y de  $0.51 \pm 0.01$  g/100 g de proteínas respectivamente. El contenido de lisina para la tortilla fortificada fue de  $5.78 \pm 0.06$  g/100 g de proteína y el de triptófano  $1.8 \pm 0.02$  g/100 g de proteína; ambos cumplieron con el 100% del requerimiento para una población de niños mexicanos siendo de 5.1 y 0.7 g/100 g de proteína respectivamente<sup>16</sup>. Valores similares fueron reportados previamente<sup>17</sup> trabajo en el cual se logró un aumento significativo en el contenido de lisina por la adición del aminoácido sintético (5.34 g/100 g de proteína).

### **Evaluación de la preferencia de tortillas fortificadas por niños en edad preescolar**

En los resultados de la evaluación sensorial fueron 5.52 y 5.67 puntos para la tortilla experimental y la tes-

tigo respectivamente ( $p>0.05$ ), estando ambos valores en un nivel elevado de aceptación. A pesar de que este estudio se hizo con consumidores infantiles, se observó el mismo nivel de agrado registrado en estudiantes de nivel universitario<sup>18</sup> donde evaluaron el efecto de la fortificación con lisina y triptófano en parámetros de color, sabor y textura de la tortilla, no encontrando diferencia estadística. En un trabajo reciente<sup>17</sup> las medias para los parámetros de olor y sabor, tampoco mostraron diferencia estadística para la tortilla fortificada con aminoácidos y la tortilla sin fortificación.

### Valoración del impacto del consumo de tortilla

El peso (12.11 y 12.44 kg) y la edad inicial (4.0 y 4.3 años) de los preescolares no fue diferente ( $p>0.05$ ) entre los grupos Experimental y Testigo respectivamente. La estatura promedio fue de  $94.45 \pm 3.10$  cm para el grupo Experimental y  $94.82 \pm 3.23$  cm para el grupo Testigo. Los niños con edades entre 36 y 71 meses deben tener un peso promedio de entre 15.7 a 19.7 kg<sup>19</sup>, por lo que se confirmó que ambos grupos al inicio del estudio no tenían el peso adecuado para la edad.

En el Tabla 1, se observa que el grupo Experimental con edades entre 36 y 47 meses presentó diferencia en

todas las variables ( $p<0.05$ ), excepto en el consumo de lípidos. En cuanto al grupo Testigo, se presentó diferencia estadística en las variables consumo de energía, lípidos, lisina y triptófano. Al comparar el consumo de nutrimentos del grupo Experimental con el grupo Testigo, solo se presentó diferencia ( $p<0.05$ ) para el consumo de lisina y triptófano al final de la prueba. En el grupo Experimental el consumo de lisina fue insuficiente ya que solo alcanzó a cubrir el 86% de la ingesta diaria recomendada. En cambio el consumo de triptófano cumplió con la ingesta diaria recomendada<sup>16</sup>. El consumo de energía para el grupo Experimental presentó una deficiencia del 13%, atribuible a un desbalance en el consumo de la fracción energética proveniente de lípidos y proteínas<sup>20</sup>.

Los resultados obtenidos con los niños con edades entre 48 y 59 meses se presentan en el Tabla 2. Las medias de consumo al inicio y al final en todas las variables estudiadas, para cada grupo, presentaron diferencia ( $p<0.01$ ). Al comparar el consumo global de nutrimentos del grupo Experimental con el grupo Testigo, también presentaron diferencias ( $p<0.05$ ) para todos los nutrimentos, excepto el de lípidos. El grupo Experimental siguió presentando una deficiencia de energía del 10%, debido al consumo insuficiente de

**Tabla 1.** Consumo de nutrimentos de preescolares con edades entre 36 y 47 meses en función del aporte de tortilla fortificada y sin fortificación. Media  $\pm$  D.E. (Mediana).

Nutrimento	Tortilla Fortificada (Grupo experimental)			Tortilla sin Fortificación (Grupo testigo)		
	Inicio	Final	Sig.	Inicio	Final	Sig.
<b>Energía (kcal)</b>	940 $\pm$ 94 (944)	1091 $\pm$ 109 (1128)	0.01	1031 $\pm$ 57 (1034)	1161 $\pm$ 69 (1162)	0.02
<b>Carbohidra-tos (g)</b>	160.5 $\pm$ 27.4 (171.8)	190.4 $\pm$ 37.3 (203.4)	0.01	175.9 $\pm$ 34.0 (180.6)	193.3 $\pm$ 37.8 (209.4)	0.08
<b>Proteínas (g)</b>	13.3 $\pm$ 4.3 (12.2)	16.0 $\pm$ 5.6 (14.6)	0.02	13.1 $\pm$ 3.8 (12)	15.8 $\pm$ 5.5 (15.2)	0.08
<b>Lípidos (g)</b>	27.2 $\pm$ 9.4 (25.7)	29.6 $\pm$ 9.6 (27.2)	0.07	30.6 $\pm$ 13.3 (25.1)	36.1 $\pm$ 17.8 (30.1)	0.02
<b>Lisina (mg)*</b>	568.1 $\pm$ 39.4 (552.9)	701.8 $\pm$ 69.2 (710.0)	0.01	649.7 $\pm$ 18.9 (651.9)	668 $\pm$ 29.1 (668.4)	0.01
<b>Triptófano (mg)*</b>	76.6 $\pm$ 19.5 (74.6)	118.2 $\pm$ 21.3 (120.5)	0.00	99.1 $\pm$ 9.5 (100.6)	108.8 $\pm$ 12.7 (104.2)	0.04

\*Diferencia entre grupos en el periodo final  $p<0.05$ .

**Tabla 2.** Consumo de nutrimentos de preescolares con edades entre 48 y 59 meses en función del aporte de tortilla fortificada y sin fortificación. Media  $\pm$  D.E. (Mediana)\*.

Nutrimento	Tortilla Fortificada (Grupo experimental)			Tortilla sin Fortificación (Grupo testigo)		
	Inicio	Final	Sig.	Inicio	Final	Sig.
<b>Energía (kcal)</b>	1039 $\pm$ 89 (1033)	1238 $\pm$ 110 (1210)	0.01	1079 $\pm$ 101 (1083)	1216 $\pm$ 110 (1184)	0.01
<b>Carbohidra-tos (g)</b>	189.5 $\pm$ 14.9 (188.7)	225.2 $\pm$ 21.4 (228.5)	0.01	202.3 $\pm$ 21.2 (200.4)	220.6 $\pm$ 14.5 (218.4)	0.01
<b>Proteínas (g)</b>	15.5 $\pm$ 4.3 (16.3)	20.5 $\pm$ 4.5 (20.6)	0.01	14.0 $\pm$ 4.8 (13.2)	15.6 $\pm$ 5.2 (13.2)	0.01
<b>Lípidos (g)</b>	24.4 $\pm$ 5.2 (23.6)	28.4 $\pm$ 6.4 (29.2)	0.01	23.8 $\pm$ 5.1 (20.4)	30.2 $\pm$ 9.2 (30.1)	0.01
<b>Lisina (mg)</b>	606.6 $\pm$ 47.3 (598.4)	862.9 $\pm$ 82.2 (887.8)	0.01	653.1 $\pm$ 23.3 (657.2)	661.9 $\pm$ 25.9 (668.4)	0.01
<b>Triptófano (mg)</b>	82.9 $\pm$ 13.5 (78.5)	133.7 $\pm$ 13.0 (134.4)	0.01	102.2 $\pm$ 11.0 (101.2)	105.4 $\pm$ 12.1 (103.1)	0.01

\*Diferencia entre grupos en el periodo final para todos los nutrimentos, excepto lípidos ( $p < 0.05$ ).

proteínas y lípidos<sup>20</sup>. Los niños presentaron una ingesta diaria recomendada del 96% para lisina y 100% para triptófano.

Finalmente los resultados de los niños con edades entre 60 y 71 meses se presentan en el Tabla 3. Los promedios del consumo al inicio y al final en el grupo Experimental fueron diferentes solo para el caso de lisina y triptófano ( $p < 0.01$ ); en cambio el grupo Testigo mostró diferencias en el consumo de energía, carbohidratos y triptófano ( $p < 0.05$ ). Al comparar los dos grupos se presentaron diferencias estadísticas para el consumo de proteínas, lisina y triptófano. Todos los niños para este rango de edad cumplieron con el requerimiento de consumo de ambos aminoácidos<sup>16</sup>, pero el consumo de energía siguió presentando una deficiencia del 14%.

Los resultados del estudio de correlación se muestran en la Tabla 4. Se encontró correlación ( $p < 0.01$ ) positiva entre el consumo de energía y carbohidratos, con el peso/edad; o sea, menor consumo de energía, menor fue la ganancia del peso; es por ello que esta población estudiada presentó problemas de desnutrición, ya que no tenía un consumo suficiente de este nutrimento requerido para su edad. También se encontró correlación

entre el consumo de lisina y triptófano con el mismo índice ( $p < 0.05$ ), lo cual subraya la importancia de esta fortificación.

El aumento de peso para ambos grupos después de cumplidos los doce meses de experimentación fue de 590 g y 430 g para el grupo experimental y el testigo respectivamente ( $p > 0.05$ ).

En la Tabla 5 se presentan los resultados de los índices antropométricos. Al inicio del experimento se observó que de los tres indicadores antropométricos, la talla/edad presentó mayor deterioro en puntaje z, tanto para el grupo Experimental como para el grupo Testigo. Este mismo comportamiento se observó en un estudio del impacto nutricional de un programa de alimentación complementaria de Panamá en niños menores de 5 años donde este mismo indicador fue mayor con un puntaje z de  $-2.0$ <sup>21</sup>.

La comparación del grupo Experimental y el grupo Testigo no presentó diferencia para ninguna de las variables estudiadas ( $p > 0.05$ ) (Tabla 5). No obstante, se notó una mejoría en el grupo Experimental en todos los parámetros estudiados, en comparación con el grupo Testigo.

**Tabla 3.** Consumo de nutrimentos de preescolares con edades entre 60 y 71 meses en función del aporte de tortilla fortificada y sin fortificación. Media  $\pm$  D.E. (Mediana)\*.

Nutrimento	Tortilla Fortificada (Grupo experimental)			Tortilla sin Fortificación (Grupo testigo)		
	Inicio	Final	Sig.	Inicio	Final	Sig.
<b>Energía (kcal)</b>	1125 $\pm$ 70 (1086)	1259 $\pm$ 37 (1278)	0.06	1016 $\pm$ 66 (1024)	1101 $\pm$ 55 (1130)	0.03
<b>Carbohidratos (g)</b>	217.6 $\pm$ 20.2 (217.6)	230.6 $\pm$ 15.3 (225.5)	0.24	188.9 $\pm$ 15.1 (187.4)	208.6 $\pm$ 13.6 (209.4)	0.03
<b>Proteínas (g)</b>	12.9 $\pm$ 4.7 (10.4)	18.3 $\pm$ 3.1 (18.3)	0.23	13.1.0 $\pm$ 3.8 (12.3)	13.6 $\pm$ 4.0 (12.3)	0.10
<b>Lípidos (g)</b>	22.6 $\pm$ 4.8 (20.2)	29.2 $\pm$ 5.7 (28.1)	0.30	23.1 $\pm$ 3.8 (23.8)	23.7 $\pm$ 4.8 (24.8)	0.40
<b>Lisina (mg)</b>	638.0 $\pm$ 10.5 (637.8)	923.5 $\pm$ 18.7 (913.6)	0.01	643.1 $\pm$ 15.5 (635.8)	652.4 $\pm$ 20.7 (656.8)	0.15
<b>Triptófano (mg)</b>	95.4 $\pm$ 11.3 (101.9)	132.8 $\pm$ 9.0 (134.0)	0.00	98.7 $\pm$ 7.1 (101.2)	101.0 $\pm$ 8.1 (101.6)	0.02

\*Diferencia entre grupos en el periodo final para proteínas, lisina y triptófano ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 4.** Correlaciones entre las variables dietéticas y las de crecimiento.

Nutrimento	Peso/Edad	Talla/Edad	Peso/Talla
<b>Energía</b>	0.692**	-0.053	0.375*
<b>Carbohidratos</b>	0.618**	-0.123	0.301
<b>Proteínas</b>	0.207	0.045	0.071
<b>Lípidos</b>	0.342*	0.011	0.269
<b>Lisina</b>	0.318*	-0.173	-0.013
<b>Triptófano</b>	0.322*	-0.225	0.009

\*Correlación significativa ( $p < 0.05$ ).

\*\*Correlación significativa ( $p < 0.01$ ).

A pesar de que el grupo Experimental cubrió con el porcentaje requerido de aminoácidos para los niños con edades entre los 48 y 72 meses, esto no fue suficiente para que ellos tuvieran mejores índices o peso corporal, debido a la deficiencia de energía que presentó el grupo. Este mismo comportamiento se observó en un estudio<sup>22</sup> previo en el cual niños desnutridos consumieron harina de maíz fortificada con proteínas y vitaminas para niños, los cuales presentaron consumos desequilibrados de nutrimentos. Otro estudio<sup>23</sup> aplicado a niños desnutridos que ingirieron harina de maíz fortificada con vitaminas atribuyen que el hecho de no presentar diferencia en los indicadores fue debido a que el problema de desnutrición es multifactorial y no basta con

**Tabla 5.** Índices antropométricos de los preescolares antes y después del consumo de tortilla fortificada y tortilla sin fortificación.

Índice	Tortilla Fortificada (Grupo experimental)		Tortilla sin Fortificación (Grupo testigo)	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Peso/edad	-2.05	-2.00	-2.06	-2.02
Talla/edad	-2.32	-2.27	-2.38	-2.37
Peso/Talla	-1.99	-1.83	-2.00	-1.94

Nivel de significancia  $p > 0.05$ .

consumir alimentos fortificados, si no tener también programas de orientación alimentaria para obtener una cultura alimentaria balanceada y saludable.

La tortilla fortificada contribuyó a mejorar la deficiencia de aminoácidos, pero su influencia no fue decisiva para corregir significativamente el crecimiento de los niños, ya que necesitaban tener en su dieta diaria, verduras y frutas, cereales y tubérculos, azúcares, leguminosas y alimentos de origen animal, aceites y grasas en las porciones adecuadas para tener un peso adecuado para su edad<sup>24</sup>.

## CONCLUSIONES

La adición de aminoácidos sintéticos a la tortilla de maíz favoreció su aumento en el contenido de lisina y triptófano. La evaluación sensorial demostró que la adición de aminoácidos sintéticos no afectó la aceptación de la tortilla de maíz. La tortilla fortificada con lisina y triptófano mejoró el estado nutricional de los niños, pero la diferencia no alcanzó el nivel de significancia estadística del 95%. Posiblemente su influencia no es única, ya que son de importancia fundamental factores adicionales tales como el consumo de energía.

## BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Salud Pública. (09/01/2008). Encuesta nacional de salud y nutrición (ENSANUT 2006a). Available from: <http://www.insp.mx/ensanuyt/resultado/2006>.
- Roldán A, Chávez A, Ávila A, Muñoz M, Álvarez A, Ledesma A. La desnutrición a nivel municipal en México, de acuerdo a un indicador mixto del estado nutrimental. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, México, D.F. 2000. p.12-6.
- Secretaría de Salud (SSA). (21/05/2008). Programa de desarrollo humano y oportunidades. Análisis del indicador: Porcentaje de niños de 2 a 4 con desnutrición por entidad federativa del periodo julio-agosto de los años 2001, 2002 y 2003. 2005. Available from: <http://www.salud.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (09/01/2008). Encuesta nacional de salud y nutrición 2006, resultados por entidad federativa (ENSANUT 2006b). Available from: <http://www.insp.mx/ensanuyt/resultados/2006>.
- Narváez M. (2005). Condiciones de vida y alimentación en niños menores de 5 años con presencia de desnutrición leve, el caso de los niños derechohabientes de la UMF 57 "La Ceiba" del IMSS Yucatán. Tesis de Licenciatura en Nutrición. Facultad de Medicina (UADY). Mérida, p. 31-4.
- Figueroa J, Acero MG, Vasco NL, Lozano A, Flores LM. Nutritional quality of nixtamal tortillas fortified with vitamins and soy proteins. *Int J of Food Sci and Nutr.* 2003;54(3):189-200.
- Uc-Cetz H, Pérez-Flores V, Chel-Guerrero LA, Betancur-Ancona DA. Elaboración de tortillas de maíz adicionadas con concentrado proteínico de *Phaseolus lunatus*. *Tecnología de Alim.* 2003; 38(1):7-12.
- Stylianopoulos C, Serna SO, Arteaga G. Effects of fortification and enrichment of maize tortillas on growth and brain development of rats throughout two generations. *Cereal Chem.* 2002;79(1):85-91.
- Figueroa J, Acero MG, Vasco NL, Lozano A, Flores LM, González-Hernández J. Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. *Archivos Latinoamericanos de Nutr.* 2001;51(3):293-302.
- Spies RJ, Chambers DC. Chemical determination of tryptophan in proteins. *Analytical Chem.* 1949;21:1249-56.
- Booth VH. Problems in the determination of FDNB-avaliable lysine. *J of Food Sci and Agric.* 1971;22:658-65.
- ASTM-E2299-03. (2003). Standard guide for sensory evaluation of products by children. *Annual Book of ASTM Standards.*15. p. 8-17.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). El estado físico: Uso e interpretación de la antropometría. Ginebra, serie 854:39-45.
- Aparicio M., Estrada, A., Fernández, C., Hernández, R., Ruiz, M., Ramos, D., Rosas, M. y Valverde, E. Manual de antropometría. Ed. Instituto de Ciencias Médicas y nutrición Salvador Alvarado Zubirán. México, D.F.,2004. p. 10-5.
- National Center for Health Statistics (NCHS/NCC). (04/02/2008). Growth curves for children 2-20 years. Available from: <http://www.cdc.gov/nchs/>.
- Muñoz M. Composición de alimentos, valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo. 2ª ed., Mc Graw Hill, México. 2002. p. 17-25.
- Lecuona-Villanueva A, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Castellanos-Ruelas AF. Protein fortification of corn *tortillas*: Effects on physicochemical characteristics, nutritional value and acceptance. *Food and Nutr Sci.*2012. En prensa.
- Waliszewski K, Estrada Y, Pardío V. Lysine and tryptophan fortification of nixtamalized corn flour. *J of Food Sci and Tech.* 2000;35:523-7.
- Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Ed Panamericana, México. 2008. P. 98-115.
- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ). (03/01/2011). Ingesta diaria recomendada para la población mexicana. 2001. Available from: <http://www.innsz.mx/idr/>.
- Caballero E, Sinisterra O, Lagrutta F, Atalah E. Evaluación del impacto nutricional del programa de alimentación complementaria de Panamá en niños menores de 5 años. *Archivos Latinoamericanos de Nutr.* 2004; 54(1):66-71.
- Sánchez MA, Varela NS, Torres M, Valdez R, Villarreal JZ, Martínez LE. Consumo de una harina de maíz fortificada y su impacto en el estado nutrimental de una población infantil. *Med Universitaria.* 2005;29(7):209-14.
- Real S, Páez M, Solano L, Fajardo Z. Consumo de harina de maíz precocida en preescolares de bajos recursos económicos. *Archivos Latinoamericanos de Nutr.* 2002;52(3):274-81.
- Casanueva E, Kaufer M, Pérez A, Arroyo P. Nutriología médica. 2ª ed., Ed Panamericana, España, 2001. p 530-68.