ENLATADO DE "HUMITAS" PREPARADAS CON MAIZ OPACO-2 COMPLEMENTADO CON LUPINO DULCE (*Lupinus albus* var. Multolupa). CAMBIOS NUTRICIONALES Y DE CALIDAD[1]

Lavinia Camacho[2], *Eduardo Bañados*[3] *y Evelyn Fernández*[3]

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),
Universidad de Chile,
Santiago, Chile

RESUMEN

Se evaluó el efecto del maíz opaco-2 y de su complementación con harina de lupino en la calidad sensorial y valor nutricional de "humitas". Además, se estudiaron los cambios nutricionales y de calidad ocurridos durante la esterilización del producto enlatado en dos tamaños de envase. El maíz híbrido y opaco-2 se complementaron con 6%, 8%, 10% y 12% de harina de lupino, seleccionándose el 8% como el nivel óptimo de complementación desde el punto de vista nutricional y sensorial. Luego se realizaron estudios de penetración de calor del producto enlatado en envases de hojalata N 2 y N 6, calculándose un tiempo total de proceso a 121°C, de 73 min y 147 min, respectivamente.

Las "humitas" preparadas con maíz híbrido y opaco-2, con y sin complementación con lupino, antes y después de la esterilización, se sometieron a análisis químico proximal, pH, acidez y lisina disponible; valoración biológica de la proteína mediante la razón proteínica neta (NPR) y digestibilidad, así como a evaluación sensorial de calidad y aceptabilidad.

Se concluyó que la complementación con 8% de lupino mejora significativamente el valor nutricional del maíz híbrido pero no así el de maíz opaco-2. El proceso de esterilización afecta la disponibilidad de lisina en forma proporcional a la concentración del aminoácido y duración del tratamiento térmico. Por otro lado, afecta

Manuscrito modificado recibido: 20–5–88.

1 Presentado en el IV Congreso Internacional de Lupino, Geraldton, Australia. Agosto 15–22 de 1986.

2 Ing. Agrónomo M. S., Jefe de Proyectos Agroindustriales, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.

3 Químicos Farmacéuticos, Universidad de Valparaíso, Chile.

negativamente la calidad biológica de la proteína y algunos atributos organolépticos. La complementación con 8o/o de lupino también produjo cambios adversos en la calidad del producto.

INTRODUCCION

En América Latina se producen más de 112 millones de toneladas de cereales al año, de cuyo volumen el 50.8o/o corresponde al maíz, producto que se destina principalmente a la alimentación humana (1). Esta gramínea no solamente tiene importancia social y económica por formar parte de la dieta básica de la Región Latinoamericana, sino también por ser un cultivo de subsistencia de muchos pequeños agricultores del Continente.

En Chile, el desarrollo de híbridos de altos rendimientos ha situado al maíz en el cuarto lugar de la producción de los 15 cultivos anuales (2). Sin embargo, en este país el consumo es estacional y son escasas las formas en que se consume. La "humita" es uno de los alimentos principales a base de maíz y es altamente aceptado por los diferentes estratos socioeconómicos de la población.

A pesar de la importancia del maíz en la alimentación de América Latina, esta gramínea es deficitaria en los aminoácidos esenciales lisina, triptofano y treonina, siendo uno de los cereales con menor contenido de proteínas (3). Mertz, Bates y Nelson (4) descubrieron el gen opaco-2 que permite la obtención de líneas de maíz con una mayor fracción de glutelina y, por lo tanto, de lisina.

El lupino, una leguminosa originaria de la América precolombina, según la especie, presenta contenidos de proteínas que fluctúan entre 29o/o – 44o/o, pero ésta es deficitaria en metionina (5).

En el trabajo que aquí se da a conocer, se estudiaron los efectos de la complementación del maíz con harina de lupino dulce y de maíz opaco-2 en la calidad sensorial y valor nutricional de "humitas", un alimento de consumo popular en Chile de características parecidas a los "tamales" de otros países de América Latina. Asimismo, se evaluaron las pérdidas nutricionales resultantes del enlatado de los productos en dos tamaños de envases.

MATERIAL Y METODOS

Materias Primas

Se utilizó maíz híbrido y maíz opaco-2 de la línea CIMMYT TL-81A, ambos procedentes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile. El maíz opaco-2 usado es de endosperma blando, de rendimiento agrícola de 95 qq/ha, bajo condiciones experimentales. Para la complementación proteínica se usó harina de lupino dulce de la especie *Lupinus albus* var. Multolupa, proveniente del Campex, Gorbea, Temuco, Chile.

Procesamiento

El maíz opaco-2 y el híbrido se complementaron con 6o/o, 8o/o, 10o/o y 12o/o de harina de lupino sin desgrasar. Estos niveles se seleccionaron según los rangos descritos en la literatura, como mejoradores del valor nutricional y que producen cambios menores en la calidad organoléptica de los alimentos complementados (6, 7). Las mezclas se formularon con 10o/o de sacarosa, 1.5o/o de cloruro de sodio, 0.02o/o de albahaca deshidratada y 12o/o de margarina vegetal hidrogenada. Asimismo, se prepararon muestras control sin complementación con harina de lupino. Las mezclas se hidrataron en una relación 1:4 (polvo:agua), se sometieron a cocción, y luego a análisis de aminoácidos y a pruebas organolépticas de preferencia, para determinar el nivel óptimo de complementación con lupino en cada tipo de maíz.

Las mezclas para "humitas" preparadas con ambos tipos de maíz, con y sin complementación de lupino, se hidrataron en la relación 1:4. Luego se escaldaron hasta una consistencia de 5.5 cm/min medida con el consistómetro de Bostwick a 58oC y 80oC, correspondientes a las temperaturas de llenado en envases de hojalata N 2 y N 6, respectivamente. Una vez selladas las latas, se esterilizaron a 121oC, calculándose los tiempos de proceso según el método de Ball (8).

La esterilidad comercial se certificó por las pruebas microbiológicas estándar de la APHA (9).

Análisis Químico

Las materias primas se sometieron a análisis proximal de proteínas (N x 6.25), materia grasa, cenizas, fibra cruda y humedad, y de pH y acidez titulable, según los métodos estandarizados de la AOAC (10). El contenido de alcaloides del lupino se determinó por el método de Ruiz (11).

Para determinar el contenido de aminoácidos, las materias primas se hidrolizaron al vacío con HCl 6*N* durante 22 horas a 110oC. Se trataron según el método de Kohler y Palter (12), y se analizaron en un analizador de aminoácidos Hitachi Perkins Elmer, Modelo KLA-3B, basándose en el principio de Spackman, Stein y Moore (13).

Las materias primas y productos procesados se sometieron a análisis de lisina disponible usando el método de Hurrell, Lermond y Carpenter (14).

Valoración Biológica de la Proteína

El valor biológico de la proteína de las materias primas y productos terminados, se determinó usando el método de la razón proteínica neta (NPR) de Bender y Doell (15). Las dietas experimentales se estandarizaron para un 5.5o/o de proteínas (N x 6.25), ya que este contenido proteínico fue el máximo posible de obtener. La dieta control fue caseína ANRC (N x 6.38).

La digestibilidad se analizó aplicando la técnica de Pellet y Young (16).

Análisis Organoléptico

Para seleccionar los niveles óptimos de complementación con harina de lupino para cada tipo de maíz, se llevó a cabo un análisis de preferencia, usando el test pareado con 20 panelistas entrenados (N = 20). La significancia a un $P < 0.05$ se analizó mediante las tablas de Roessler *et al.* (17) para juicios correctos.

El efecto de las variables ensayadas en la calidad sensorial de las muestras procesadas, se evaluó por el método scoring con puntajes del 1 al 9 (1:intensidad máxima, 9:intensidad mínima) y 12 jueces entrenados, analizándose los atributos de apariencia, color, textura, aroma y sabor. La aceptabilidad se determinó por la escala hedónica del 1 al 9 (1: me disgusta extremadamente, 9: me gusta extremadamente), con 24 panelistas sin entrenar. Las muestras se compararon con las correspondientes sin enlatar (18).

Análisis Estadístico

Para este propósito se utilizaron diseños de bloques completamente aleatorizados de estructura simple, con tres repeticiones experimentales. En los casos en que se detectaron diferencias significativas en el estadígrafo F, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel del 95o/o de significancia (19).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición Química de las Materias Primas

Los análisis químicos de las materias primas expuestos en la Tabla 1, indican que la diferencia entre los contenidos de proteínas y materia grasa de ambos tipos de maíz fue leve. En general, Arévalo *et al.* (20) informan que no existen diferencias importantes en la composición proximal del maíz común y la del opaco-2, coincidiendo con este estudio.

La harina de lupino utilizada acusó contenidos normales de proteínas y materia grasa, corroborando las observaciones de otros autores respecto a que esta leguminosa contiene niveles de materia grasa significativamente inferiores a la soja, y semejantes en lo que a proteínas se refiere (6, 7). Los otros componentes analizados también se encontraron en cantidades normales. La Tabla 1 muestra, asimismo, que el nivel de alcaloides del lupino fue inferior a 0.03 mgo/o, que corresponde al máximo recomendado cuando el propósito es destinarlo a la alimentación humana (21).

Selección del Nivel Optimo de Complementación del Maíz con Harina de Lupino

La composición y el cómputo aminoacídico de las materias primas y sus mezclas se detallan en la Tabla 2, comparadas con el Patrón FAO/OMS/UNU 1985 (22). Según se aprecia, el gen opaco-2 produjo un aumento de 46o/o en el contenido de lisina del maíz, en relación al

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA PROMEDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS "HUMITAS" DE MAIZ HIBRIDO Y OPACO-2, CON Y SIN SUPLEMENTACION DE HARINA DE LUPINO

Componente (g/100 g materia seca)	Materia prima			"Humitas" enlatadas (*)			
	Maíz		Harina de lupino	MH-0	MH-8	MOP-0	MOP-8
	híbrido	opaco-2					
Proteína (N x 6.25)	8.64	9.03	39.75	8.28	10.96	9.00	11.32
Materia grasa	4.60	5.45	10.91	48.47	49.26	48.51	48.19
Fibra cruda	1.53	1.48	2.09	1.48	1.42	1.48	1.42
Cenizas	1.52	1.57	4.20	5.66	5.76	5.26	5.28
Acidez (o/o H_2SO_4)	—	—	—	0.055	0.058	0.060	0.056
pH	—	—	—	5.9	5.9	5.8	5.9
Calorías (por cálculo)	417	420	402	586	586	588	587
Alcaloides (mg o/o)	—	—	0.025				

(*) MH = Maíz híbrido; MOP = Maíz opaco-2; 0 = Sin harina de lupino y 8 = 8o/o harina de lupino.

TABLA 2

COMPOSICION AMINOACIDICA DE LAS MATERIAS PRIMAS Y SUS MEZCLAS

Aminoácido (mg aa/gN)	Maíz híbrido					Maíz opaco-2					Harina de Patrón FAO/OMS/UNU	
	0º/o L	6º/o L	8º/o L	10º/o L	12º/o L	0º/o L	6º/o L	8º/o L	10º/o L	12º/o L	Lupino (L)	1985
Isoleucina	181	197	201	204	207	169	187	192	195	199	243	188
Leucina	688	641	629	619	610	556	544	540	538	535	504	406
Lisina	188	203	206	210	213	275	268	266	265	263	246	344
Metionina + cistina	206	185	179	174	170	207	187	182	177	173	123	188
Fenilalanina + tirosina	438	460	465	470	474	419	444	451	456	461	524	313
Treonina	244	226	221	217	213	256	236	231	226	222	173	250
Valina	263	242	238	234	228	275	253	247	242	237	182	250
Triptofano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	63
Cómputo aminoacídico	55 lisina	59 lisina	60 lisina	61 lisina	62 lisina	80 lisina	78 lisina	77 lisina	77 lisina	77 lisina	65 met +cis	100 —

ND = No se determinó.

híbrido utilizado. Este incremento fue inferior al informado por Mertz, Bates y Nelson (14), quienes encontraron 69o/o más de lisina en el maíz opaco-2.

Al igual que en todas las leguminosas, el aminoácido limitante del lupino fue la metionina. En efecto, la harina de lupino presentó un contenido de aminoácidos azufrados inferior en 95o/o al del maíz, deficiencia que se reduce al incorporarse el primero como complemento de la gramínea. Al mismo tiempo, esta última se beneficia por el aporte de lisina del lupino. El maíz opaco-2, sin embargo, acusa un contenido de lisina (8.9o/o), superior al de la leguminosa, por lo que éste no se beneficiaría como el híbrido con la incorporación de la harina de lupino.

De la información comentada se desprende que la complementación con lupino fue nutricionalmente beneficiosa para el maíz híbrido, pero no así para el opaco-2. No obstante, el cómputo aminoacídico de ambos tipos de maíz no se incrementó en forma importante a niveles de complementación superiores al 8o/o. Por lo tanto, se seleccionaron los niveles de 6o/o y 8o/o de harina de lupino para ser sometidos a las pruebas de preferencia. La "humita" complementada con 8o/o de harina de lupino acusó la mayor preferencia, independiente del maíz ocupado en la preparación del producto. El número de juicios que indicaron este resultado del producto fue de 16, cifra estadísticamente significativa al nivel de $P < 0.05$.

Efecto del Proceso de Esterilización en el Valor Nutricional de "Humitas"

Las Figuras 1 y 2 muestran las curvas y datos de penetración de calor a 121oC para "humitas" enlatadas en envases N 2 y N 6, en base a los cuales se calcularon tiempos totales de proceso de 73 min y 147 min, respectivamente. La penetración de calor no fue afectada por el tipo de maíz ni por la complementación con 8o/o de harina de lupino.

La composición química de las "humitas" enlatadas se expuso en la Tabla 1, destacándose el incremento en el contenido de proteínas como resultado de la complementación con harina de lupino. Los niveles de materia grasa también aumentaron considerablemente por efecto de la formulación, lo que influyó en el contenido de calorías. Este último superó las exigencias de 500 calorías del Programa de Almuerzos Escolares de Chile. El contenido de cenizas aumentó con la incorporación de cloruro de sodio al producto. Finalmente los resultados de pH mostraron una relación adecuada con los de acidez titulable, clasificándose el producto como "alimento de baja acidez". Sin embargo, los cálculos de proceso térmico aseguraron su esterilidad comercial, ya que no se determinó desarrollo de gérmenes mesófilos ni termófilos, anaerobios ni aerobios, esporulados o no esporulados.

Como se aprecia en la Tabla 3, los valores de la razón proteínica neta (NPR) obtenidos en los ensayos biológicos en ratas alimentadas con maíz híbrido y harina de lupino, fueron estadísticamente iguales entre sí, y significativamente inferiores a los NPR obtenidos en maíz opaco-2 y en las mezclas con 8o/o de harina de lupino. Estos últimos también difirieron entre sí, registrándose los mayores valores de NPR en el maíz opaco-2 que a su vez, fue estadísticamente igual a la caseína. Estos

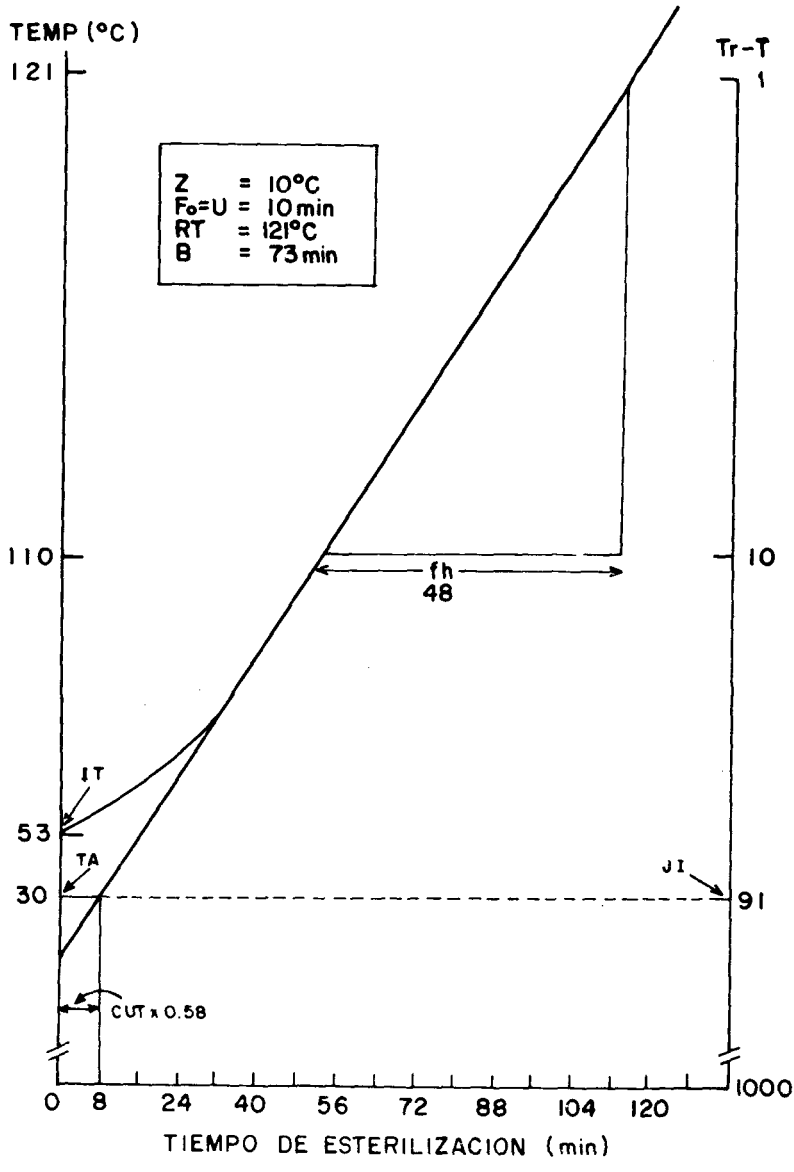

FIGURA 1

Curva de penetración de calor para "humita" de maíz híbrido u opaco-2, con o sin complementación con harina de lupino, enlatada en envase N 2

resultados dejan en evidencia la baja calidad de la proteína del lupino y del maíz híbrido, corroborando la deficiencia en metionina del primero, y de lisina en el segundo. El balance de aminoácidos mejora al complementarse el maíz con un 8o/o de harina de lupino. Los resultados

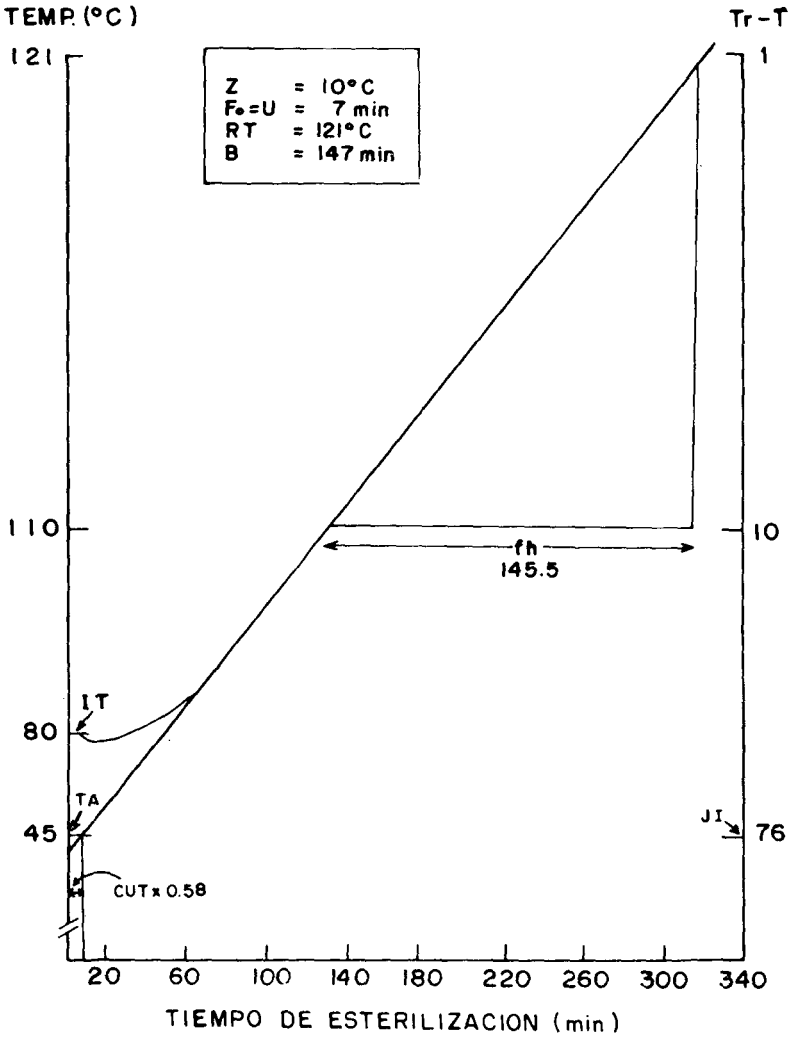

FIGURA 2

Curva de penetración de calor para "humita" de maíz híbrido u opaco-2, con o sin complementación con harina de lupino, enlatada en envase N6

también demuestran el impacto nutricional que aporta el gen mutante opaco-2 al maíz, ya que éste no requiere la complementación con lupino para mejorar significativamente el valor biológico de la proteína.

El proceso de esterilización aplicado en este estudio afectó significativamente los valores de NPR de las dietas con contenidos superiores de aminoácidos termosensibles, como lo es la lisina. Efectivamente, el proceso térmico sólo afectó débilmente la NPR de las dietas de maíz

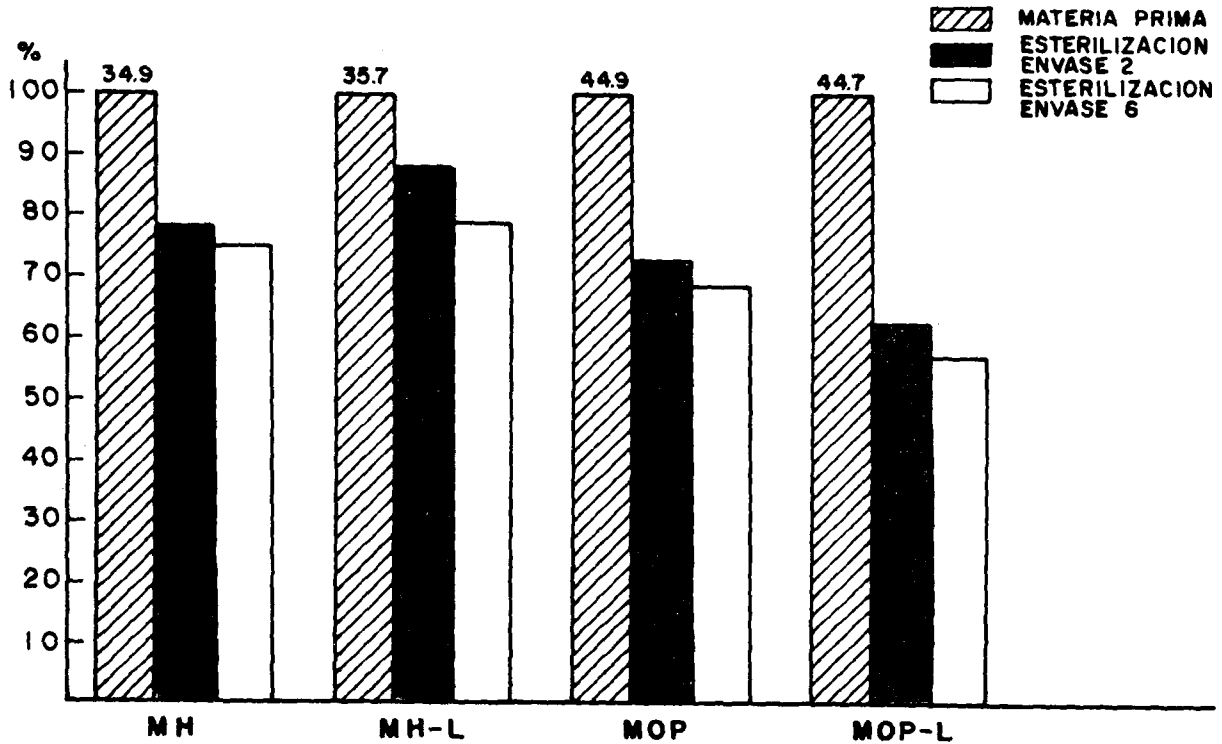

FIGURA 3

Pérdida porcentual debida a la esterilización de lisina disponible (*mg/g proteína*) en "humita" de maíz híbrido (MH) y opaco-2 (MOP), con o sin complementación de harina de lupino (-L)

TABLA 3

CALIDAD BIOLOGICA DE LA PROTEINA DE LAS "HUMITAS" DE MAIZ HIBRIDO Y OPACO-2, CON Y SIN COMPLEMENTACION CON LUPINO, ANTES Y DESPUES DEL PROCESO DE ESTERILIZACION*

Dieta	Harina de lupino o/o	Tiempo de proceso a 121oC (min)	Razón proteínica neta (NPR)	Digestibilidad o/o
1. Maíz híbrido	0	—	3.89^{c}	82.26^{b}
	0	73	3.57^{c}	74.14^{c}
	0	147	3.45^{c}	71.65^{c}
	8	—	4.21^{b}	82.43^{b}
	8	73	3.77^{c}	74.84^{c}
	8	147	3.75^{c}	73.18^{c}
2. Maíz opaco-2	0	—	5.14^{a}	82.18^{b}
	0	73	4.57^{b}	74.85^{c}
	0	147	4.52^{b}	74.45^{c}
	8	—	5.11^{a}	82.32^{b}
	8	73	4.48^{b}	74.49^{c}
	8	147	4.22^{b}	71.42^{c}
3. Caseína	—	—	5.32^{a}	95.47^{a}
4. Harina de lupino	100	—	3.11^{c}	79.41^{b}

* Las letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

híbrido sin complementar, pero sí hubo una reducción significativa en los valores de este parámetro nutricional al complementar el maíz con 8o/o de harina de lupino. El efecto negativo del proceso sobre la NPR fue significativamente mayor en las dietas de maíz opaco-2. El tiempo de proceso no afectó significativamente la razón proteínica neta de las diferentes dietas, lo que indicaría que la reducción máxima en el valor biológico de la proteína ocurrió a un tiempo B menor o igual a 73 min.

Según se aprecia, la Tabla 3 muestra que la caseína obtuvo un valor de digestibilidad significativamente superior al de las dietas de maíz híbrido u opaco-2, con o sin complementación con lupino. Asimismo, el proceso de esterilizacion también afectó significativamente la digestibilidad de las dietas.

La Figura 3 muestra las pérdidas porcentuales de lisina disponible en las diferentes muestras de "humitas". Se observó que el maíz opaco-2 sin procesar tenía el contenido más alto de este aminoácido, pero fue también el más afectado por la esterilización, ya que las pérdidas cuantitativas en la disponibilidad de lisina fueron mayores que en el maíz híbrido. Aun cuando no fue significativo, el tiempo de proceso tuvo un efecto de reducción en la lisina disponible de todas las muestras de

"humitas". La tendencia de los resultados concuerda con Hurrell y Carpenter citados por Hoyem y Kvale (23) quienes esterilizaron a 121°C una mezcla de albúmina y glucosa durante 60 min y 120 min. Dichos autores concluyen que la magnitud de la reducción de lisina es dependiente de la concentración inicial del aminoácido y del tratamiento térmico aplicado.

Efecto del Proceso de Esterilización en la Calidad Sensorial de "Humitas"

Al analizar los resultados del análisis organoléptico que se detallan en la Tabla 4, se aprecia que ninguna de las variables estudiadas afectó significativamente la apariencia y el color del producto. La harina de lupino sí afecto significativamente la textura, aroma y sabor de la "humita" preparada con maíz híbrido, pero tuvo el mismo efecto en los dos últimos atributos cuando el producto se elaboró con maíz opaco-2. Este último acusó una textura superior a la de la "humita" con maíz híbrido, siendo menos afectada que la de este último por la complementación con lupino, y por los procesos aplicados en el autoclave.

El proceso de esterilización afectó significativamente la aceptabilidad de la "humita" elaborada con maíz híbrido, con y sin complementación con lupino. Este efecto no se detectó en los tratamientos con maíz opaco-2, en cuya aceptabilidad no influyó el proceso de conservación ni la complementación con lupino.

CONCLUSIONES

Los resultados generados en este estudio corroboran las deficiencias nutricionales del maíz común, y dejan en evidencia el significativo beneficio que se puede alcanzar al mejorar genéticamente esta gramínea mediante la introducción del maíz opaco-2. Aun cuando en Chile sólo se ha experimentado con líneas de maíz opaco-2 de endosperma blando y de bajos rendimientos agrícolas, existe material genético con potencial de producción semejante a los híbridos y con mayor resistencia al ataque de insectos, que podría utilizarse en alimentos que como el de este estudio son básicos en la dieta diaria de la población de escasos recursos.

La calidad proteínica del maíz común es factible de mejorar a través de su complementación con harinas de leguminosas, en este caso lupino. Sin embargo, el maíz opaco-2 por sí mismo supera en este aspecto al maíz híbrido complementado, lo que confirma la importancia que el primero puede alcanzar en la dieta del latinoamericano.

El modelo de alimento objeto de estudio en este trabajo, coincide con las raciones enlatadas que distribuye el Programa de Almuerzos Escolares en Chile, las cuales se enlatan en el envase N 6 y la forma más común de propagación de calor es la conducción. Según se demostró en esta investigación, ambas condiciones provocan pérdidas nutricionales y sensoriales de consideración en los alimentos que se enlatan. Las degradaciones causadas por el autoclave deberían ser materia de atención, si se considera que la cobertura del Programa en Chile es de 250,000 almuerzos diarios.

TABLA 4

CALIDAD SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE LAS "HUMITAS" ANTES Y DESPUES DEL PROCESO DE ESTERILIZACION

Producto*	Tiempo de proceso a 121°C (min)	Atributo**					
		Apariencia	Color	Textura	Aroma	Sabor	Aceptabilidad
MH-0	—	5.80^{a}	4.73^{a}	6.02^{a}	5.22^{a}	5.75^{a}	5.95^{a}
MH-0	73	5.81^{a}	4.15^{a}	4.92^{b}	4.31^{b}	4.23^{b}	5.57^{a}
MH-0	147	5.77^{a}	4.08^{a}	5.15^{b}	4.08^{b}	3.92^{c}	3.90^{b}
MH-8	—	6.33^{a}	4.70^{a}	5.15^{b}	4.55^{b}	4.80^{b}	5.39^{a}
MH-8	73	5.54^{a}	4.15^{a}	4.69^{b}	4.46^{b}	3.54^{c}	4.14^{b}
MH-8	147	5.54^{a}	4.30^{a}	4.54^{b}	4.08^{b}	3.77^{c}	3.90^{b}
MOP-0	—	5.88^{a}	4.69^{a}	5.56^{ab}	4.44^{b}	5.00^{b}	5.13^{a}
MOP-0	73	6.25^{a}	4.33^{a}	6.17^{a}	4.32^{b}	4.44^{b}	5.92^{a}
MOP-0	147	5.83^{a}	4.25^{a}	5.75^{ab}	4.67^{b}	4.75^{b}	5.00^{a}
MOP-8	—	6.31^{a}	4.63^{a}	5.50^{ab}	4.56^{b}	4.94^{b}	5.29^{a}
MOP-8	73	6.08^{a}	4.17^{a}	5.68^{ab}	4.35^{b}	4.42^{b}	5.36^{a}
MOP-8	147	6.17^{a}	4.00^{a}	4.83^{b}	4.42^{b}	4.50^{b}	5.14^{a}

* MH = Maíz híbrido; MOP = Maíz opaco-2; 0 = Sin harina de lupino; 8 = 8°/o Harina de lupino.

** Las letras minúsculas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

SUMMARY

CANNING OF "HUMITAS" PREPARED WITH OPAQUE–2 CORN, COMPLEMENTED WITH SWEET LUPIN *(Lupinus luteus* var. Aurea/Weico). NUTRITIONAL QUALITY CHANGES

The effects of opaque-2 corn and the complementation with lupin flour on the sensory quality and nutritive value of "humitas" were evaluated. Moreover, the nutritional and quality changes which occur during the retorting of the product canned in two can sizes, were studied. Hybrid and opaque-2 corn were replaced with 6%, 8%, 10% and 12% lupin flour, being 8% the complementation level with the best sensory and nutritional quality. Heat penetration studies of the product canned in N2 and N6 tin cans, were carried out. Total process time at 121°C was 73 min and 147 min, respectively.

"Humitas" prepared with hybrid and opaque-2 corn, with and without 8% lupin flour, prior and after sterilization, were subjected to proximate analysis, pH, titratible acidity and available lysine determinations. Biological evaluation of the protein by the net protein ratio (NPR) and digestibility, as well as organoleptic quality and acceptability analyses were also determined. It was concluded that the complementation with 8% lupin flour improves significantly the nutritional value of hybrid corn "humitas", but not that of opaque-2 corn. The canning process affected lysine availability and was directly related to the amino acid concentration, and to the retorting duration. On the other hand, the thermal processing adversely affected the biological quality of protein and some sensory attributes. The 8% lupin complementation was also detrimental for the organoleptic quality of the product.

BIBLIOGRAFIA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Anuario de Producción.** Roma, FAO, 1985.
2. Oficina de Planificación Agrícola. **El Sector Agrícola Chileno. Políticas y Resultados.** Santiago, Ministerio de Agricultura, 1986.
3. Essen, A. Estimation of protein quality and quantity in corn *(Zea mays* L.) by assaying protein in two solubility fractions. **J. Agric. Food Chem., 28:** 529-532, 1980.
4. Mertz, E., L. Bates & O. Nelson. Mutant gene changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. **Science, 145:** 279-280, 1964.
5. Yáñez, E., V. Gattás & D. Ballester. Valor nutritivo del lupino y su potencial como alimento humano. **Arch. Latinoamer. Nutr., 29:** 510-520, 1979.
6. Gardiman, G. & D. Ballester. Fideos enriquecidos con harina desgrasada de lupino dulce *(L. albus* cv. Multolupa). I. Aspectos reológicos y nutricionales. **Rev. Chil. Nutr., 12:** 91-96, 1964.
7. Ballester, D., I. Zacarías, E. García & E. Yáñez. Baking studies and nutritional value of bread supplemented with full-fat sweet lupine flour *(L. albus* var. Multolupa). **J. Food Sci., 49:** 14-16, 1984.
8. Toledo, R. En: **Fundamentals of Food Processing Engineering.** Connecticut, The Avi Publishing Co., 1980, p. 304.
9. American Public Health Association. **Standard Methods for the Microbiological Examination of Foods.** New York, N. Y., APHA, 1976.

10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** Washington, D. C., The Association, 1980.
11. Ruiz, L. Alkaloids analysis of sweet lupin seed by G. L. C. **New Zealand J. Agr. Res., 21**: 241-243, 1978.
12. Kohler, G. & R. Palter. Studies on methods for amino acids analysis of wheat products. **Cereal Chem., 44**: 512-520, 1967.
13. Spackman, D., W. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids. **Analytical Chem., 30**: 1190-1206, 1958.
14. Hurrell, R., P. Lermond & K. Carpenter. Reactive lysine in foodstuff as measured by a rapid dye-binding procedure **J. Food Sci., 44**: 1221-1227, 1979.
15. Bender, A. & B. Doell. Biological evaluation of proteins: A new aspect. **Brit. J. Nutr., 2**: 140-148, 1957.
16. **Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos.** Peter L. Pellet y Vernon Young (Eds.). Tokyo, Japón, Universidad de las Naciones Unidas, 1980, 175 p. (WHTR-3 UNUP-129).
17. Roessler, E., R. Pangborn, J. Sidel & H. Stone. Expanded statistical tables for estimating significance impaired preference, paired difference, duo-trio and triangle test. **J. Food Sci., 43**: 940-943, 1978.
18. Amerine, M., R. Pangborn & E. Roessler. **Principles of Sensory Evaluation of Foods.** New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1965, p. 602.
19. Snedecor, G. & W. Cochran. **Métodos Estadísticos.** México, D. F. Editorial Continental, 1964, p. 626.
20. Arévalo, L., M. Ruiz, S. Ferreira & G. Riveros. Valoración de lisina y triptofano en diferentes variedades de maíz normal y opaco-2. **Rev. Colombiana de Cs. Quim. y Farm., 3**: 37-63, 1979.
21. Ballester, D., E. Yáñez, R. García, S. Erazo, F. López, E. Haardt, S. Cornejo, A. López, J. Pokniak & C. Chichester. Chemical composition, nutritive value and toxicological evaluation of two species of sweet lupin *(L. albus* and L. *luteus)*. **J. Agr. Food Chem., 32**: 601-607, 1980.
22. Organización Mundial de la Salud. **Recomendaciones de Energía y Proteína.** Ginebra, FAO/OMS/UNU, 1985. (Informe Técnico 724).
23. Hoyem, T. & O. Kvale. **Physical, Chemical and Biological Changes in Food Caused by Thermal Processing.** London, Applied Sci. Publishers, 1977, p. 399.