

Composición química y digestibilidad del mote

Andrea Paula Cravero, María Joaquina Morón Jiménez y Adriana Noemí Ramón

Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Salta. Argentina

RESUMEN. Se analizaron granos de maíz (*Zea mays amylacea, capia*) blanco y amarillo descascarados por un tratamiento térmico con cal y cenizas (maíz para mote); y se estudiaron la composición química y digestibilidad *in vitro* de dichos granos cocidos en agua en ebullición (mote), obtenidos bajo condiciones estandarizadas en laboratorio, para compararlos con los adquiridos en el comercio. La composición de nutrientes fue similar en los granos descascarados, destacándose los blancos procesados con cenizas de laboratorio con un contenido de proteínas y de sodio de 9,95 g/100 g y 80,33 mg/100g y en los tratados con cal 979,70 mg de calcio/100 g respectivamente. Los motes comerciales analizados resultaron semejantes químicamente con los de laboratorio. En los blancos con cenizas de éste último grupo, los valores de sodio, hierro y potasio (28,02; 7,95 y 75,64 mg/100 g) fueron mayores que los que recibieron el tratamiento con cal (blanco y amarillo), los que presentaron un alto contenido de calcio de 464,97 y 430,79 mg/100 g respectivamente. La digestibilidad fue superior en las muestras con cal, 79% en las comerciales y 80% en las estandarizadas.

Palabras clave: Maíz para mote, mote, tratamiento térmico, cal, cenizas, composición química, digestibilidad.

SUMMARY. Chemical composition and digestibility of mote.

White and yellow maize grains (*Zea mays amylacea, capia*), polished by means of heat treatment with lime and ashes were analyzed (maize for mote); the chemical composition and digestibility *in vitro* of these grains cooked in boiling water were studied (mote), they were obtained under standardized conditions (laboratory) to compare them with the ones purchased at stores. The composition of nutrients was similar in polished grains, standing out the white ones from laboratory with a protein and sodium content of 9.95 g/100 g and 80.33 mg/100 g in the ones processed with ashes respectively and calcium (979.70 mg/100 g) in the ones treated with lime. Motes purchased at stores were analyzed and turned out to be chemically similar to the ones from laboratory. In the white motes with ashes of this last group, values of sodium, iron and potassium (28.02; 7.95 and 75.64 mg/100 g respectively) were higher than those that received treatment with lime (white and yellow), which presented a high calcium content (464.97 and 430.79 mg/100 g respectively). The digestibility was superior in the samples with lime, 79% in the purchased ones and 80% in the standardized ones.

Key words: Maize for mote, mote, heat treatment, lime, ashes, chemical composition, digestibility.

INTRODUCCION

En el Noroeste Argentino (NOA), se consume un producto de maíz conocido como "mote", cuya técnica de elaboración milenaria, se transmite de generación en generación en el ámbito familiar y regional. Éste método consiste en descascar los granos mediante su cocción y remojo en una solución alcalina (cal, lejía o cenizas). Luego, se secan al sol para conservarlos por largos períodos de tiempo. Posteriormente, se utilizan como ingredientes de sopas, locro, guisos, relleno para humitas, tamales o hervidos en agua, escurridos y condimentados, acompañan las principales comidas como guarnición o entremés. La importancia de su consumo, radica en su fácil obtención, bajo costo, y disponibilidad en cualquier época del año (1- 3).

Actualmente, esta práctica se aplica en algunas comunidades rurales como una tecnología tradicional para obtener mote, el que forma parte de la dieta de sus pobladores como así también de inmigrantes bolivianos y peruanos, con una frecuencia promedio de consumo de 8% en los Valles

Calchaquies y 12% en la Puna, ambos pertenecientes a la región del NOA.

A nivel artesanal, la cal o cenizas se miden o pesan con instrumentos poco precisos, pues se trata de una metodología empírica, cuyo origen fue un descubrimiento casual en épocas prehispánicas. Cronistas de dicha época, como Garcilaso (1609) se refieren a este producto como "muti" o "maíz *capia* tierno, cocido en agua y consumido en lugar de pan" (2). Los campesinos lo llevaban en un "avío" o atado de alimentos para soportar largas jornadas de labor, por su alto valor energético y propiedad de mantener la "firmeza de los huesos" (2).

Los granos de maíz utilizados son de gran tamaño (16 a 20 mm de largo), turgentes, cuneiformes y de endospermo blando o harinoso. Se cultivan en huertas familiares y se emplean en estado tierno (choclo) o para la elaboración de mote, descascarando y secando previamente el grano como se describió anteriormente. Las cenizas se obtienen, generalmente, de estufas de tabaco, y la cal (óxido de calcio), comercialmente o de caleras de la zona.

En Centroamérica, se aplica un procedimiento en el que se utiliza cal (al 1%) para obtener la harina de maíz nixtamalizada con la que se elaboran principalmente tortillas. Estudios realizados por Bressani y otros autores demostraron, que este tratamiento, enriquece de calcio al cereal (4) resultado importante para aquellas poblaciones como por ejemplo, la Provincia de Salta, cuyas dietas son deficitarias en este nutriente esencial para la nutrición humana. Así mismo dichas investigaciones revelaron que tal procesamiento induce cambios en otros minerales como el hierro aumentando su biodisponibilidad, gelatinización parcial del almidón, modificación de la solubilidad de prolaminas y reducción de fibra dietética (4-7).

El propósito de este trabajo fue determinar la composición química de granos de maíz tratados térmicamente con cal y cenizas (maíz para mote) y motes respectivos (dichos granos cocidos en agua en ebullición), como así también valorar la digestibilidad de éstos últimos, tanto comerciales como obtenidos en laboratorio (estandarizados).

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron: 1) Granos de maíz (*Zea mays*) blanco y amarillo sin tratar de tipo amiláceo, variedad *capia*, procedentes del Municipio de La Merced, Departamento de Cerrillos, Provincia de Salta (Argentina); 2) Cal obtenida de una calera y cenizas de Algarrobo, Chañar, Tala, Arca, Molle y Eucaliptus de estufas de tabaco de la mencionada localidad; 3) "Maíz para mote" o granos (blanco-amarillo) ya tratados con cal y cenizas y 4) Mote. Éstos últimos adquiridos en el Mercado Municipal de la Ciudad de Salta, en las mismas condiciones de expendio que al público en general.

Las semillas, se seleccionaron de acuerdo a características de conservación, eliminando aquellas rotas o deterioradas. Con las mismas, se formaron dos grupos denominados "A" (Amarillas) y "B" (Blancas) y con ellas, cuatro subgrupos: A1, A2 y B1, B2 respectivamente, los que se sometieron a los siguientes procedimientos:

Procedimiento I (Figura 1):

- Los granos A1, B1 se trataron por calor húmedo (ebullición) en una proporción de agua/ cal/granos de 3: 0,01 : 1, durante 55 minutos, a una temperatura de $96 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Se dejaron en remojo durante 13 ± 1 horas en el agua de cocción y se lavaron tres veces con agua fría, para eliminar sólidos solubles, cubiertas seminales y cal sobrante.
- Se secaron en estufa con aire forzado a $50 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 14 ± 2 horas.

Procedimiento II (Figura 2):

- Los maíces A2, B2 se trataron idénticamente al Punto 1 del procedimiento anterior en una proporción agua /ceniza /grano de 3: 1:1, formando una pasta.
- Se dejaron en remojo en el agua de cocción durante 13 ± 1 horas y se lavaron con agua fría, ejerciendo presión manual para facilitar el desprendimiento de cubiertas seminales y eliminar sólidos solubles y cenizas.
- Se secaron idénticamente que en el Punto 3 del procedimiento 1.

Los granos tratados A1, B1, A2, B2 (laboratorio) y los adquiridos (ya descascarados en el comercio), se dividieron nuevamente en dos subgrupos "H" (Hervido) y "M" (Molienda). Los primeros (H) se cocieron por calor húmedo en agua sin sal (en ebullición) durante 2 horas 30 minutos para obtener mote propiamente dicho cuyo aspecto es el de maíz inflado, abierto como una roseta, húmedo y de consistencia tierna. Estos y los motes adquiridos se homogeneizaron individualmente en Minipicadora Moulinex Multitrío AV4. Los segundos (M), se molieron por separado, en molinillo a hélice de acero inoxidable Control Química SA 200/02 Serie 2078, y tamizaron en tamiz malla 40 mesh (Figuras 1 y 2).

Figura 1
Obtención de granos de maíz tratados térmicamente con cal

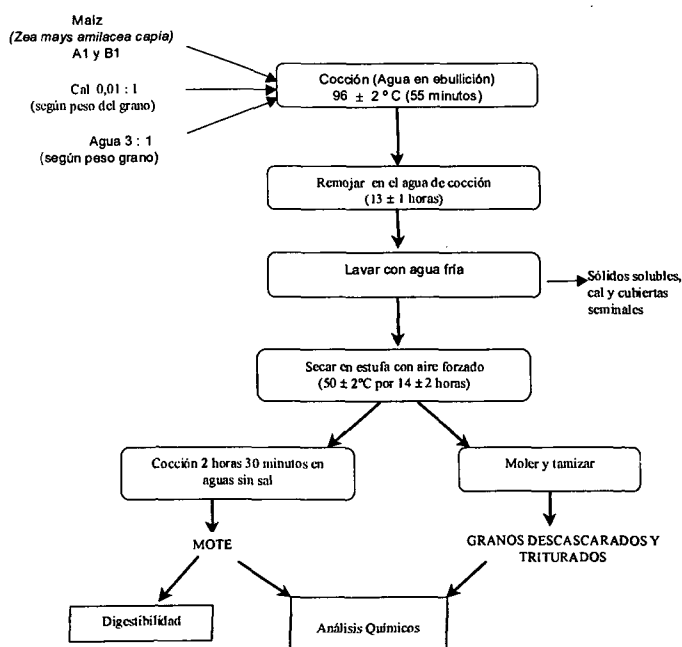
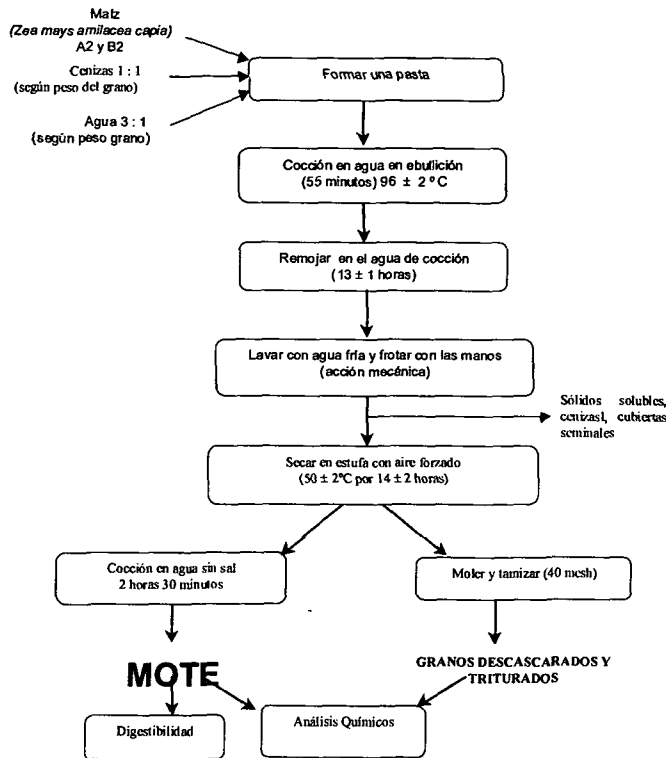


Figura 2
Obtención de granos de maíz tratados térmicamente con cenizas



Se llevaron a cabo por triplicado, las siguientes determinaciones analíticas:

- **Humedad:** se pesaron, $2 \pm 0,05$ gramos de muestra en pesafiltro (secado previamente en estufa a $98-105^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas) y se llevó a estufa de aire a $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante (± 5 mg) por 4 ± 1 horas, según método AOAC (5) N° 935.29 o mét. 27.3.06 -16th Ed.
- **Proteínas:** se determinaron por el método de micro Kjeldahl en equipo Kjeltec System 1002, con Sulfato de Sodio, Sulfato de Cobre Pentahidratado y Acido Sulfúrico en relación 7,5: 1: 0,1 por AOAC (8) N° 960.52 o mét. 12.1.07 -16 th Ed. Se pesaron $1 \pm 0,05$ gramos de muestra homogeneizada y se adicionaron los reactivos en tubos micro Kjeldahl. Se mineralizó en 4 por 15 minutos y en 8 por 90 minutos bajo campana, hasta desaparición de humos blancos y formación de color verde brillante sin residuos negros. Una vez digerido, se dejó a temperatura ambiente hasta formación de pastilla sólida, la que se disolvió con 10 ml de agua destilada. Se destiló y neutralizó con Na(OH) al 40%. El destilado se tituló con Acido Sulfúrico 0,1 N con rojo de metilo como indicador.

Los resultados se expresaron como g% de proteínas = g% Nitrógeno x 5,83 (factor de corrección para maíz) (9).

- **Extracto etéreo:** se determinó por Hidrólisis Acida según AOAC (8) N° 922.06 o mét. 32.1.14 -16 th Ed. Se pesaron $2 \pm 0,05$ gramos de muestra homogeneizada en vaso de precipitación con etanol a los que se adicionaron 10 ml Acido Clorhídrico. Se llevó a baño María a $70-80^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos con agitación. Se agregaron 10 ml de etanol y se transfirió la mezcla a ampolla de decantación para realizar tres enjuagues con 25 ml de Eter Etilico agitando vigorosamente cada vez. Se agregó Eter de Petróleo y trasvasó gota a gota a un vaso de precipitado previamente desengrasado y tarado. Se llevó a estufa por 24 horas a $37 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Cenizas:** las muestras homogeneizadas, se colocaron en crisoles y llevaron a mufla a 550°C hasta obtener cenizas blancas, libres de carbono, según el método directo de AOAC (8) N° 9233.03 o mét. 32.1.05 -16 th. La solución de cenizas se realizó con HCL 1:1, se transfirieron a matraces volumétricos de 100 ml llevados a volumen con agua bidestilada.
- **Minerales:** se usó espectrofotómetro de Absorción Atómica Shimadzu AA-65017 (Atomic Absortion Flame Emission Spectrophotometer) con salida digital, según el método de AOAC (8) N° 965.09 o mét. 2.6.01(D) -16th Ed. ; para Hierro (= $248,3 \text{ \AA}$; sensibilidad = 0,062 ppm); Sodio (= $589,0 \text{ \AA}$; sensibilidad = 0,003 ppm); Potasio (= $766,5 \text{ \AA}$; sensibilidad = 0,5 - 2 ppm) y Calcio (= $422,7 \text{ \AA}$; sensibilidad = 0,069 ppm).
- **Fósforo:** se realizó según método colorimétrico (10), usando un Espectrofotómetro de Absorción Molecular Spectronic 20 Bausch & Lomb 83. Se empleó Fosfato monobásico de potasio con Acido sulfúrico 10 N como solución estándar, buffer de acetato como hidrolizante y mezcla de ácido ascórbico y molibdato de amonio como reactivo de color.
- **Hidratos de carbono:** se determinó almidón por el método Felhing Cause Bonans Modificado (FCBM) según AOAC (8) N° 923.09 o mét. 44.1.15 - 16th Ed. Se pesaron 3 gramos de muestra homogeneizada en erlenmeyer de boca esmerilada de 500 ml y se agregaron 200 ml de agua destilada y 20 ml de Acido Clorhídrico y se llevaron a condensador a reflujo por 2 horas. Se filtró en caliente con papel de filtro a un matraz volumétrico de 500 ml y neutralizó con Na(OH) al 10% y se llevó a volumen con agua destilada. Se valoró la glucosa liberada con reactivo de FCBM y multiplicó dicho valor por 0,90 = % de almidón bruto presente en la muestra.
- **Digestibilidad (motes):** se utilizó Método *in vitro* de Akeson y Stahmann (11). Se pesó 1 gramo de muestra homogeneizada en vaso de precipitado. Se adicionaron

0,0015 gramos de Pepsina disuelta en Acido Clorhídrico 0,1N y 0,0040 gramos de Pancreatina disuelta en 7,5 ml de Buffer Fosfato de Sorensen (pH = 8). Se neutralizó con Hidróxido de Sodio 0,2 N (pH = 7 ± 0,5). Se incubó por 24 horas a baño María a 40 ± 2°C. Se centrifugó a 1000 rpm por 45 minutos. Se tomaron alícuotas de 4 ml y se procedió a valorar las proteínas por el método micro Kjeldahl. Se calculó la digestibilidad mediante fórmula = % gramos proteína x alícuota total x 100 /alícuota tomada x gramos de proteína en la muestra.

- **Estadística:** Los valores obtenidos se analizaron estadísticamente mediante Análisis Factorial (2x2x4) y Prueba de Duncan (12) por separado para los granos tratados y motes correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Maíz para mote tratado con cal o cenizas comercial y de laboratorio (Tabla 1):

El contenido de humedad de los maíces descascarados comerciales fue de 10,25 a 10,8 g /100 g (blanco y amarillo con cenizas). Estos valores resultaron semejantes a los de la Tabla de Composición Química para uso en América Latina (INCAP-ICNND) de 10,30 g / 100 g (13); a los blancos con cal y cenizas obtenidos en laboratorio (9,77 a 9,95g /100 g respectivamente) y mayores al amarillo con cenizas (9,0 g/ 100 g) de este grupo. Estas diferencias pueden deberse a mayor evaporación de agua, variedad de semillas, tiempo y método de secado.

TABLA 1
Composición química de los maíces para mote blanco y amarillo tratados con cal y cenizas comerciales y de laboratorio (g/100 g* y mg/100 g**)

Maíz	Comercial				Laboratorio			
	Cenizas		Cal		Ccenizas		Cal	
Nutriente	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo
Humedad*	10,25 ± 0,02bc	10,83 ± 0,02*	10,69 ± 0,02ab	10,61 ± 0,09ab	9,95 ± 0,07c	9,06 ± 0,06d	9,77 ± 0,03c	9,95 ± 0,03c
Proteínas*	9,14 ± 0,05f	9,80 ± 0,08e	8,22 ± 0,05g	8,41 ± 0,09g	9,95 ± 0,06e	9,19 ± 0,07f	9,36 ± 0,07f	9,85 ± 0,04e
Hidratos*								
de carbono	71,10 ± 0,42I	71,10 ± 0,42I	71,70 ± 0,42ij	73,50 ± 0,42k	71,40 ± 0,42ij	72,60 ± 0,42jk	70,50 ± 0,42i	70,20 ± 0,42i
Ex.etero*	3,14 ± 0,03ml	3,50 ± 0,01n	3,75 ± 0,04on	3,82 ± 0,03on	3,13 ± 0,16lm	3,16 ± 0,06l	3,97 ± 0,02o	3,24 ± 0,03lp
Cenizas*	2,51 ± 0,06b	2,59 ± 0,002b	2,01 ± 0,06d	1,82 ± 0,05e	2,66 ± 0,03ab	2,01 ± 0,04d	2,78 ± 0,002a	2,89 ± 0,002c
Sodio**	66,91 ± 0,35f	63,60 ± 0,06g	48,38 ± 1,97h	50,82 ± 0,44h	80,33 ± 1,02i	71,31 ± 0,61j	39,50 ± 0,64k	40,70 ± 0,36k
Potasio**	238,25 ± 0,15l	280,30 ± 0,85m	222,62 ± 1,57n	249,53 ± 0,50o	375,34 ± 1,32p	401,15 ± 0,21q	150,39 ± 1,97r	165,09 ± 0,06s
Hierro**	10,64 ± 0,12t	12,29 ± 0,15u	9,73 ± 0,14vw	8,35 ± 0,14x	10,38 ± 0,05tv	11,95 ± 0,34u	9,91 ± 0,25vw	9,26 ± 0,07w
Fósforo**	591,21 ± 5,36A	565,54 ± 5,35B	424,90 ± 4,73E	468,35 ± 5,88D	535,50 ± 0,00C	475,43 ± 6,38D	428,98 ± 4,73E	413,10 ± 4,80E
Calcio**	536,22 ± 0,56H	588,18 ± 1,42I	922,65 ± 0,48J	938,89 ± 0,27K	637,40 ± 0,75L	678,52 ± 0,55M	979,70 ± 0,30N	961,17 ± 1,61O

X ± D. S. P ≤ 0,01. Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

Las proteínas oscilaron entre 9,19 a 9,95g /100 g amarillo y blanco con cenizas de laboratorio, mayores a las blanca y amarilla con cal adquiridas comercialmente (8,22 a 8,41g/ 100 g cenizas). Éstas últimas similares a los datos proporcionados por el INCAP (8,2 y 8,3 g/100 g blanco-amarillo) (13). La adición de óxido de calcio en cantidades superiores al 1%, afectaría la cantidad de proteínas por desnaturalización de las de las mismas y cambios en la solubilidad principalmente de las prolaminas (4-7) entre otros factores como variedad de las semillas utilizadas y estandarización de condiciones de trabajo. En este sentido, se desconoce la cantidad exacta de sustancias alcalinizantes usadas para el procesamiento de los granos comerciales.

Los hidratos de carbono fueron para todas las muestras inferiores a los valores mostrados por las Tablas del INCAP (73,9 g/100 g) (13) y semejantes entre sí, lo que puede estar relacionado con la variedad, tiempos o temperaturas de

cocción, cantidad de almidón sensible a enzimas y gelatinización parcial del mismo (4-7).

El contenido graso varió entre 3,13 a 3,97 g/100 g, inferiores a los dados por el INCAP (10) de 5,8 g/100 g debido a que con el tratamiento alcalino se eliminarían la pilorria (fracción que une el germen del grano con el carozo o marlo) y lípidos disueltos o parcialmente emulsionados (4-7).

Las cenizas totales de los tratados con cal de laboratorio fueron mayores a los comerciales. Esta diferencia puede deberse a las cantidades de cal o cenizas adicionadas para el descascarado, pérdidas durante el lavado, contenido mineral original y variedad de semillas utilizadas.

El mayor valor de sodio correspondió al maíz blanco con cenizas de laboratorio (80,33 mg/100 g) mientras que el de potasio fue para el amarillo con cenizas del mismo grupo (401,15 mg/100 g) debido al tipo, cantidad de cenizas, variedad de semillas y tiempo de tratamiento térmico empleados.

El hierro varió desde 8,35 (amarillo-cal comercial) a 12,29 mg /100 g (amarillo-cenizas comercial) superando los valores de las Tablas del INCAP (2,6 mg/100 g) (13) los que pueden ser tan variables como el grado de contaminación de la cal utilizada (14).

El fósforo osciló entre 424,90 a 591,21 mg/100g (comerciales), superiores a los datos del INCAP (382 mg/100 g para la harina de maíz blanca y amarilla tratada con cal) (13) y a las muestras de laboratorio (413,10 a 535, 50 mg /100g).

Todos los granos analizadas presentaron un contenido de calcio superior a los valores hallados por el INCAP (89 mg/100 g) para las harinas nixtamalizadas (13), desde 536,22 a 979,70 mg/100 g blancos cenizas comercial y cal laboratorio respectivamente. Esto podría estar relacionado con la cantidad y calidad de sustancias alcalinas empleadas, lavado, tiempos, temperaturas de cocción y remojo, o a una posible fijación del calcio al albúmen del grano que podría superar el 400% del valor original de este nutriente en la semilla (15-18) la que absorbería el mismo después que el agua y a un ritmo menor, por lo que el remojo es de fundamental importancia en el contenido final de este mineral en los maíces así tratados (5-7).

Motes blanco y amarillo comercial y de laboratorio (Tabla 2):

La humedad fue de 56,10 a 57,79 g/100 g en las muestras comerciales mayores a las de laboratorio (54,60 a 55,16g/100g), diferencias debidas al procedimiento utilizado para su obtención, temperatura, tiempos de remojo y cocción de los granos.

Las proteínas, oscilaron entre 7,21 (blanco-cal comercial) a 7,63 /100 g (amarillo cal laboratorio).

En las muestras comerciales, los carbohidratos variaron entre 29 a 32,80 g/100 g, éste último similar a los de laboratorio (31,85 a 32,06 g/100 g), las diferencias halladas entre las muestras pueden deberse a la solubilización y gelatinización del almidón en el medio de cocción por ruptura de cubiertas seminales.

El extracto etéreo fue de 1,98 a 2,27 g/100 g en los motes comerciales, semejantes a las muestras amarilla-cenizas y blanca-cal de laboratorio e inferiores a la blanca-cenizas del mismo grupo.

El contenido mineral total fue de 0,90 a 1,05 mg/100 g (comerciales) inferiores a los de laboratorio de 1,30 a 1,42 mg/100 g por mayor pasaje de componentes hidrosolubles al medio de cocción.

Los valores de sodio, hierro y potasio fueron mayores en todas las muestras procedentes de granos tratados con cenizas que de los procesados con cal (de 23,11 a 28,31; de 50,53 a 75,87 y de 7,15 a 7,95 mg/100 g respectivamente). El fósforo osciló entre 214, 81 mg/100 g (blanco y amarillo-cenizas comercial) a 289,62 mg/100 g (amarillo-cenizas laboratorio) mientras que el calcio, fue desde 164,26 a 389,51 mg% (comerciales), inferiores a los de laboratorio (318,04 blanco-ceniza a 464,97 mg% blanco-cal), posiblemente por la calidad y cantidad de cal utilizada. La relación Ca / P, fue \geq a 1, en todas las muestras, excepto en el mote amarillo-cenizas adquirido en el comercio, lo que favorece la absorción del primero y el aprovechamiento biológico de ambos nutrientes, mejorando su disponibilidad (4).

TABLA 2
Composición química de los motes blanco y amarillo tratados con cal y cenizas comerciales y de laboratorio (g/100 g* y mg/100 g**)

Maíz	Comercial				Laboratorio			
	Cenizas		Cal		Ccenizas		Cal	
	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo
Humedad*	57,79 ± 0,03b	57,11 ± 0,04c	56,53 ± 0,03a	56,10 ± 0,09 ^a	56,60 ± 0,27d	54,85 ± 0,06d	55,16 ± 0,05d	54,76 ± 0,13d
Proteínas*	7,34 ± 0,09fe	7,61 ± 0,12f	7,21 ± 0,05e	7,45 ± 0,06e	7,23 ± 0,08e	7,60 ± 0,12f	7,34 ± 0,04fe	7,63 ± 0,08e
Hidratos de carbono*	30,49 ± 0,15h	29,00 ± 0,14g	32,80 ± 0,14i	30,20 ± 0,14hg	32,06 ± 0,20i	31,85 ± 0,18i	32,17 ± 0,09i	31,90 ± 0,14i
Ex. etereo*	1,99 ± 0,02jl	2,01 ± 0,02j	2,27 ± 0,06jk	1,98 ± 0,03j	2,86 ± 0,11l	2,14 ± 0,19jk	2,26 ± 0,03jk	2,31 ± 0,03k
Cenizas*	0,90 ± 0,04b	1,05 ± 0,08b	0,91 ± 0,05b	0,96 ± 0,008 ^a	1,30 ± 0,02c	1,42 ± 0,03c	1,39 ± 0,04c	1,37 ± 0,02c
Sodio**	23,11 ± 2,81d	28,31 ± 0,52e	15,17 ± 0,81fg	12,92 ± 0,23g	28,02 ± 0,11e	25,90 ± 0,08h	17,39 ± 0,06f	18,45 ± 0,18f
Potasio**	50,53 ± 0,13iz	52,40 ± 0,32z	39,87 ± 0,39k	49,73 ± 0,25x	75,64 ± 0,007m	75,87 ± 0,21m	40,36 ± 0,17k	40,45 ± 0,03k
Hierro**	7,25 ± 0,09on	7,15 ± 0,15on	6,59 ± 0,03op	6,03 ± 0,16o	7,95 ± 0,07qr	7,62 ± 0,17m	6,56 ± 0,01op	6,35 ± 0,06op
Fósforo**	214,81 ± 5,96s	214,81 ± 5,96s	221,00 ± 0,00s	286,12 ± 0,00t	279,12 ± 4,95t	289,62 ± 4,95t	279,12 ± 4,95t	279,12 ± 4,95t
Calcio**	218,92 ± 0,97u	164,26 ± 0,40v	379,23 ± 1,09w	389,51 ± 1,09w	318,04 ± 0,67y	322,41 ± 0,08T	464,97 ± 0,67ñ	430,79 ± 0,61G

X ± D. S. P ≤ 0,01. Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

Digestibilidad

La digestibilidad de los motes estudiados fue del 73 al 80% (Tabla 3) inferior a la de la proteína de referencia (caseína) del 92%. Hernández y cols. emplearon la misma técnica para los maíces crudo y cocido sin tratamiento alcalino previo y obtuvieron valores de 91,5% y 82,7% respectivamente (8). La digestibilidad aparente *in vivo* en el estudio mencionado anteriormente fue de $79,3 \pm 2,6\%$ y $80,7 \pm 4\%$. Cabe recordar que el método *in vitro* de Akeson y Stahmann es el que mejor se correlaciona con la técnica *in vivo* ($r = 0,874$; $P \leq 0,01$) (8). La adición de cal y calor producirían desnaturalización, degradación y cambios en la solubilidad proteica, ruptura de enlaces peptídicos y mayor liberación de aminoácidos durante la digestión enzimática, aumentando la disponibilidad de aminoácidos esenciales (4- 8, 19).

TABLA 3

Digestibilidad de los motes comerciales y de laboratorio tratados con cal y cenizas (%)

	Comercial		Laboratorio	
	Cenizas (%)	Cal (%)	Cenizas (%)	Cal (%)
Blanco	$76 \pm 0,15$	$80 \pm 0,00$	$73 \pm 0,00$	$80 \pm 0,00$
Amarillo	$80 \pm 0,00$	$79 \pm 0,12$	$73 \pm 0,00$	$80 \pm 0,00$
*Caseína	92%			
*Maíz crudo <i>in vitro</i>	91,5% (11)			
<i>in vivo</i>	87,2% ()			

- Proteína de referencia

CONCLUSIONES

La composición química de nutrientes encontrada tanto en los maíces para mote comerciales como de laboratorio fue similar. Idéntica situación se halló con los motes correspondientes (blancos y amarillos con ceniza y cal).

Así también, resultaron más interesantes que otros productos de maíz consumidos en la región (NOA), según bibliografía existente, debido fundamentalmente a su alto contenido de calcio y mejor relación calcio/ fósforo, lo que sería beneficioso desde el punto de vista nutricional.

Al tratarse de una preparación tradicional, podría profundizarse los estudios de composición de vitaminas o de formulación de alimentos para aumentar las posibilidades de consumo en sectores en los que éste ha disminuído por el reemplazo de otros productos industriales que suponen menos esfuerzo y tiempo de elaboración.

Por último este trabajo contribuyó a ampliar la información disponible acerca de composición química de productos regionales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta por la colaboración recibida y financiamiento. A la profesora de inglés Laura Moreno por la traducción y revisión del resumen de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Estrella E. El Pan de América. Mundo Científico, 1986;77(8): 162-172.
2. Torres G, Bianchetti M, Santoni M. La dieta de los campesinos del Valle Calchaquí y de la Puna y sus determinaciones culturales. Kallawayá 1985;1:1-46.
3. Tapia M. Origen y Domesticación de las Especies Alimenticias en la Región Andina: Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte para la Agricultura y la Alimentación 1990:19-28.
4. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El maíz en la nutrición humana 1993; 47/1:99-126.
5. Urizar Hernández AL, Bressani R. Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fítico, calcio y hierro total y disponible.
6. Bressani R. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. Food Revs. Intl 6: 225-264 (A review). 1990.
7. Serna-Saldívar SO, Gómez MH y Rooney LW. The chemistry, technology and nutritional value of alkaline caged corn products. Adv. Cereal Chem y Technol 1990;10:243-307.
8. AOAC Official Methods of Analysis ,16th Ed. 1996; Washington D. C. C-D ROM: AOAC.@. Aoac.org.
9. Cheftel JC, Cuq JL. Química de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1993.
10. Osborne DR, Voogh R. Análisis de los nutrientes de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1986.
11. Akeson WR, Stahmann MA. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J. Nutr. 1994 (83):257-261(Original no consultado compendiado en Hernández M. A de la Vega y Sotelo Angela Determinación de la digestibilidad proteínica *in vitro* e *in vivo* en cereales y leguminosas crudos y cocidos. Arch Latinoamer Nutr. 1984;34(3):513-522.
12. Duncan DB. Multiple range and multiple F. Test. Biometrics 1955; 11: 1-442.
13. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) y Comité Interdepartamental de Nutrición Para la Defensa Nacional (ICNND), Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina 2^{da} ed., México D. F. 1975.
14. Robles RR, Murray ED, Paredes López O. Physico-chemical changes of maize starch during the lime heat treatment for tortilla making. J Food Sci Technol. 1988; 23: 91-98 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO) El maíz en la nutrición humana, 1993;25(5):69.
15. Bressani R, Breuner M, Ortíz MA. Contenido de fibra ácido y neutro detergente y de minerales menores en maíz y su tortilla. Arch Latinoamer Nutr. 1989;39(3):382-391.

16. Gómez MH, McDonough CM, Rooney LW, Waniska RD. Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking. *J Food Sci.* 1989, 54: 330-336 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), *El maíz en la nutrición humana* 1993;25(5):63.
17. Norad MN, Iskander FY, Rooney LW, Erp CF. Phytochemical properties of alkali cooked corn using traditional and presoaking procedures. *Cereal Chem.* 1986;63:255-259 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), *El maíz en la nutrición humana*, 1993;25(4):53.
18. Trejo-González A, Feria-Morales A, Wild-Altamirano C. The role of lime in the alkaline treatment of corn tortilla preparation. *Adv. Chem. Ser.* 1984, 198:245-263 (Original no consultado compendiado en Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO) *El maíz en la nutrición humana*, 1993;25(4):53.
19. Paulis J, Bietz J, Wall J. Corn protein subunits: Molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Agr. Food Chem.* 1975, 23:197-201 (Original no consultado compendiado en Ortíz de Bertorelli, Ligia y Marisa Guerra, "Características de las proteínas de maíces Venezuela 1 Arichuna, Obregón y Venezuela 1 Opaco 2". *Arch Latinoamer Nutr.* 1983;33(3): 539-556.

Recibido:23-06-2003

Aceptado: 22-10-2003