

Evaluación nutricional, microbiológica y sensorial de mijo y productos elaborados a partir de harina de mijo

Silvia López; Martha Núñez de Kairuz; María E. Fátima Nader-Macias*

Cátedra de Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino

*Dra. M.E. Fátima Nader-Macias. CERELA-CONICET - San Miguel de Tucumán. Argentina - C.E.: fnader@cerela.org.ar

Resumen

El presente trabajo se realizó para estudiar las características nutricionales del grano de mijo y de diversos productos obtenidos a partir de grano cocido, de harina y de jugo de mijo, y el impacto que causan al ser ofrecidos como una variante en la dieta. Se elaboraron de manera artesanal tres productos diferentes (jugo, hamburguesa y mamul) y se determinaron las características organolépticas. Se realizó el análisis químico, lo que evidenció que este cereal contiene mayor cantidad de hidratos de carbono y menor de proteínas que otros similares. Se valoraron nutricionalmente los productos elaborados y se realizó la evaluación microbiológica del jugo pasteurizado, demostrando que el número de microorganismos presentes es bajo y está dentro de los estándares microbiológicos, por lo cual es apto para consumo. Asimismo, se inoculó en este sustrato *Lactobacillus casei*, el que es capaz de crecer y disminuir el pH, sin modificar sus características organolépticas. Se determinó también la satisfacción y la aceptabilidad de los productos en 30 consumidoras vegetarianas y 30 no vegetarianas, las que expresaron que resultan gustosos y aceptables para consumo en una amplia mayoría, no existiendo diferencias de opinión entre ambos grupos.

Palabras claves: Alimento alternativo. Mijo. Productos elaborados en base a mijo, evaluación nutricional, macronutrientes

Introducción

El mijo es un cereal originario del continente africano, empleado frecuentemente para alimentación y consumo humano y animal. Es considerado mundialmente como un cultivo secundario, aunque para muchas poblaciones es un cultivo base (www.aacrea.org). Está muy difundido en India, China, Níger, Senegal y Costa de Marfil, que son los principales países productores, y es utilizado principalmente por poblaciones marginales para su alimentación.

El mijo es muy resistente a la sequía y a las altas temperaturas, lo que favoreció la difusión del cultivo en las zonas tropicales semiáridas y áridas de Asia, Africa y Europa. También tiene la ventaja de que puede ser almacenado durante varios años en condiciones adecuadas (www.aacrea.org).

El mijo presenta dos variedades, que permiten agruparlo en dos categorías: mijo perla y mijos menores. Dentro de esta última se encuentra la subespecie "proso" o "común", que se cultiva en países americanos, como Estados Unidos y la Argentina (www.fao.org).

Desde el punto de vista nutricional, el mijo contiene los ocho aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas, por lo cual sus proteínas son de alto valor biológico, más completas que las de arroz, trigo y maíz (www.prama.com.ar). Pertenece al grupo de los cereales permitidos para el consumo de las personas celíacas.



Investigadores japoneses (Nishizawa y cols, 2002) examinaron los efectos de la proteína del mijo proso en la lesión del hígado, y concluyen que puede ser considerado un alimento preventivo de esta patología.

El mijo posee un alto contenido en hierro, calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cinc, manganeso y vitaminas A y del complejo B. La presencia de magnesio lo convierte en un gran fijador de calcio. Su contenido en ácido silícico explica su acción estimulante sobre el esmalte dental, tal como lo demuestran las dentaduras de los africanos, grandes consumidores de mijo. También ejerce su efecto sobre el cabello, las uñas, la piel y el tono intestinal, ya que el silicio estimula la contracción y evita la distensión del colon (www.prama.com.ar).

Por ser un alimento energético, vitalizante, digestivo y diurético, es útil para la prevención y tratamiento de astenias y anemias. También sirve de gran ayuda en embarazos, ya que ha demostrado la capacidad de impedir abortos espontáneos y suplir carencias nutricionales de dicho estadio (www.prama.com.ar). Su alto contenido en colina lo hace indicado para organismos debilitados y para quienes realizan trabajo intelectual.

El mijo también sirve de base para la formulación de alimentos para niños pequeños (Bakau y cols, 2006). El grano sometido a malteado (germinado) produce una enzima (alfa-amilasa) que transforma el almidón insoluble en azúcares solubles, aumentando así la densidad calórica. (www.fao.org). Debido a que en infantes la ingesta energética está limitada por el volumen de lo que pueden ingerir, los productos elaborados con el grano germinado resultan aptos para la recuperación nutricional en esta etapa (Thatola y Srivastava, 2002).

Además de las ventajas citadas, netamente nutricionales, también existen otras propiedades que son beneficiosas para la salud del huésped o para la prevención de enfermedades. Es así que Rani y cols. (1998) han evaluado las posibles aplicaciones de mezclas probióticas fermentadas para el uso antidiarreico: estas disminuyen el pH, inhibiendo el crecimiento de *Escherichia coli*. Lei y cols (2006) realizaron un estudio en el que administraron un producto fermentado en base a mijo a niños, en los que han determinado que su consumo previene el efecto de la diarrea asociada a antibióticos.

Increíblemente en nuestro país, como en el continente americano, este alimento con propiedades tan ventajosas se consume en muy bajo nivel y la gran mayoría lo considera despectivamente como un alimento para pájaros.

En base a los antecedentes citados, el objetivo de este trabajo fue realizar la evaluación cuantitativa de los componentes principales del mijo y de los subproductos elaborados a partir de él, y en base a estos datos, realizar la evaluación nutricional de estos productos. Asimismo, se estudió el jugo de mijo desde el punto de vista microbiológico, y las modificaciones producidas por el agregado de *Lactobacillus casei* de origen vege-

tal. Finalmente, se realizó una encuesta de aceptabilidad de los productos elaborados en personas vegetarianas y no vegetarianas.

Materiales y métodos

Elaboración de productos: para el desarrollo de las preparaciones realizadas en este estudio se utilizaron recetas ya existentes para otros alimentos, y se elaboró de manera artesanal jugo, hamburguesa y mamul (masa dulce) con este cereal. Los ingredientes y la cantidad utilizada de cada uno se resumen en la Tabla 1, como así también las etapas de su elaboración.

Cuantificación de macronutrientes: en el grano de mijo y sus subproductos (jugo, grano cocido y harina) se determinó la composición química, cuantificando los hidratos de carbono, proteínas y compuestos fenólicos. Los hidratos de carbono se determinaron por el método de Dubois *et al* (1956), las proteínas por el método de Lowry *et al* (1951) y los compuestos fenólicos por el método de Singleton *et al* (1999).

Valoración nutricional: para realizar la valoración nutricional de los productos elaborados se utilizaron los resultados obtenidos de la cuantificación descrita anteriormente para el mijo, y una tabla de composición química promedio para los demás alimentos (Torresani y Somoza, 1999)

Evaluación microbiológica: el jugo de mijo fue sometido a un proceso de pasteurización y luego se realizó la evaluación microbiológica a fin de determinar cuali y cuantitativamente los microorganismos presentes y su pH, y además, determinar las modificaciones producidas por el agregado de *Lactobacillus casei*. Se realizó el recuento de microorganismos mesófilos por el método de diluciones sucesivas y posterior plaqueo en Plate Count Agar (AOAC 1998); bacterias lácticas por método de dilución en placa utilizando como medio de cultivo Laptg agar (Raibaud y cols 1961); coliformes empleando MacConkey agar; *Staphylococcus aureus* con agar manita-sal común-rojo (Chapman 1945); hongos y levaduras por el método de estria en medio de cultivo agarizado (Mossel y col.; F.I.L.-I.D.F. 1980).

Jugo de mijo fermentado: al jugo de mijo pasteurizado se le inoculó *L. casei* (1×10^6 UFC), y se incubó a temperatura ambiente. A diferentes periodos de tiempo se tomaron muestras, que fueron procesadas microbiológicamente de manera similar a la descripción anterior. Asimismo, se registró el pH en cada una de ellas empleando un pHmetro digital Orion.

Satisfacción y aceptabilidad de los productos: se determinó a través de una encuesta autoadministrada, a 60 mujeres universitarias (30 vegetarianas y 30 no vegetarianas) de 18 a 30 años, que residen en la ciudad de Concepción, provincia de Tucumán. Luego se realizó una comparación entre las opiniones según el tipo de alimentación.

Metodología estadística: para realizar la prueba de satisfacción se utilizó una escala hedónica (estilo Rensis Lickert) de 5 puntos que va desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta mucho". Para la prueba de aceptación se realizaron preguntas con respuestas cerradas (si - no) las que están relacionadas con la posible incorporación del producto en la dieta cotidiana y la posibilidad de adquirirlo, entre otras. Para evaluar los resultados se empleó la prueba estadística de Chi cuadrado con un nivel de confianza de 99,99%.

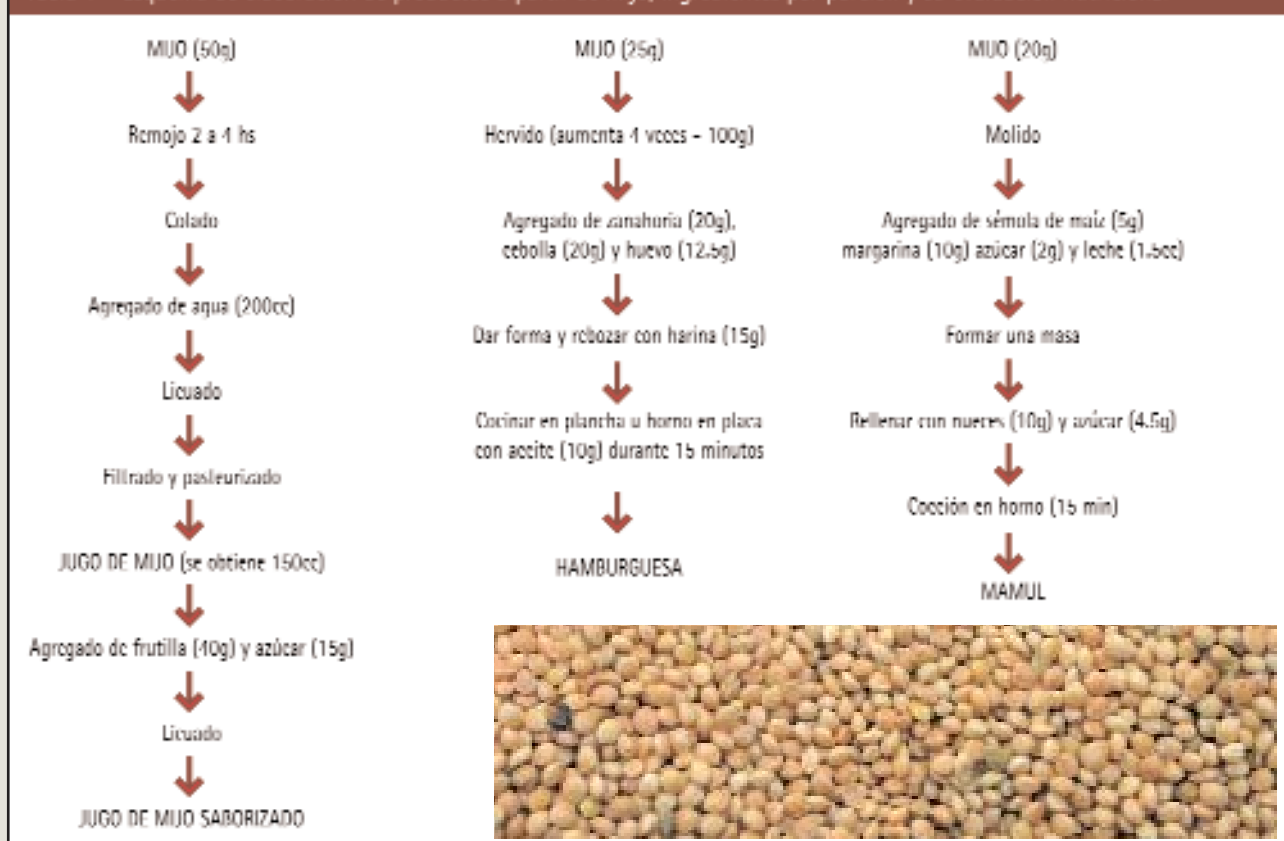
Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la evaluación de la composición química del mijo y sus subproductos, se resumen en la Tabla 2, en la que se muestra la concentración de los

diferentes macronutrientes. La comparación porcentual entre ellos evidencia el alto contenido en HC, siendo mayor en la harina (90,5%) y menor en el jugo (41%), lo que se explica por la dilución que sufre el grano al preparar el jugo. Con respecto a las proteínas, éstas se encuentran en baja proporción, siendo más alta en la harina (6,1%) y menor en el jugo (2,8%). En el caso de los compuestos fenólicos, la mayor concentración se encuentra en el grano sin tratar. Al comparar estos resultados con la composición de otros cereales de consumo frecuente (arroz, trigo y maíz) observamos que el grano de mijo contiene mayor contenido en carbohidratos y menor en proteínas, tal como se registra en la Tabla 3.

Al realizar las valoraciones nutricionales de los diferentes productos elaborados en base a mijo, se deter-

Tabla 1 – Esquema de elaboración de productos a partir de mijo, ingredientes por porción y su evaluación nutricional



Valoración Nutricional por porción y por 100 g

Jugo saborizado. Porción 200cc			Hamburguesa. Porción 180 g			Mamul. Porción 50 g		
Ingresdientes	Kcal/porc	Kcal/100g	Ingresdientes	Kcal/porc	Kcal/100g	Ingresdientes	Kcal/porc	Kcal/100g
Jugo de mijo	262,8		Mijo cocido	362,8		Harina mijo	89,2	
Frutilla	14,4		zanahoria	7,6		Sémola maíz	16	
Azúcar	60		cebolla	7,6		margarina	72	
Total	337,2	168,6	huevo	19,5		Azúcar	26	
			harina	42		nueces	62,1	
			aceite	90		leche	0,88	
			Total	529,5	294,2	Total	266,18	532,37

Tabla 2 – Concentración de macronutrientes en el grano de mijo crudo y tratado de diferentes maneras

Alimento	Hidratos de carbono (g%)	Proteínas (g%)	Compuestos fenólicos (g%)
Grano de mijo	85.9	3.9	42.5
Mijo cocido	86.5	4.2	29.1
Harina de mijo	90.5	6.1	29.1
Jugo de mijo	41	2.8	27

La metodología empleada se detalla en Materiales y Métodos

Tabla 3 – Comparación del contenido en macronutrientes de mijo y otros cereales

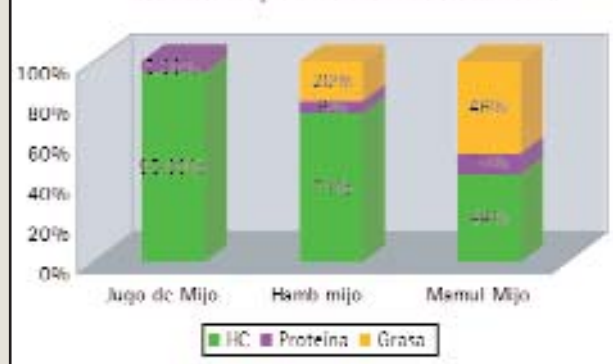
Cereal	Hidratos de carbono (g%)	Proteínas (g%)
Mijo	85.9	3.9
Aroz	80	6.7
Maíz	73.7	9.2
Trigo	71.8	12.2

La metodología empleada se detalla en Materiales y Métodos

minó que por cada 100 gramos del producto, se aportan 168,6 Kcal en el jugo saborizado, 294 Kcal en la hamburguesa y 533 Kcal en el caso del mamul, tal como se muestra en la Tabla 1. La distribución porcentual en macronutrientes de estos productos se muestra en la Figura 1.

La evaluación microbiológica del jugo de mijo pasteurizado evidencia que los microorganismos que podrían resultar contaminantes o deteriorantes de alimentos se encuentran en bajo número. Además, al inocular *Lactobacillus casei* al jugo pasteurizado, se observó que este microorganismo es capaz de crecer en el jugo de mijo como sustrato, con la consecuente disminución del pH. Si bien no se produjeron modificaciones de las características organolépticas, se observan cambios en el número de microorganismos. Hay una disminución evidente de mesófilos totales, coliformes, hongos y levaduras, comparativamente con el control sin inocular, lo que permite evidenciar el efecto protector de las bacterias lácticas frente a los microorganismos potencialmente deteriorantes o patógenos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Figura 1 Distribución porcentual de macronutrientes




Al evaluar el total de las encuestas realizadas, se pudo observar que más del 90% de los consumidores consideran gustosos y aceptables estos productos, como se sintetiza en las Tablas 5 y 6. No existen diferencias destacables al analizar la satisfacción luego de consumir los productos según el tipo de régimen de las encuestadas, según lo refleja la Tabla 5.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten señalar las potencialidades de uso del mijo y los productos elaborados a partir de él, las que se destacan a continuación:

- Pueden ser consumido por embarazadas y mujeres en edad fértil, por su contenido en ácido fólico que triplica a los otros cereales (www.enbuenasmanos.com)
- Por ser un cereal excepcionalmente rico en hierro, el mijo se recomienda en casos de debilidad física,



SITZA
SOCIEDAD ARGENTINA

Aditivos y materias primas para la industria

Desde hace más de una década, abastecemos a la industria con responsabilidad y transparencia.

NUESTROS PRODUCTOS:

Acidulantes	Aromatizantes	Conservantes	Estabilizantes
Antioxidantes	Colorantes	Edulcorantes	Gelificantes

Apoiados en nuestra experiencia y en nuestro compromiso lo invitamos a conocer como trabajamos

ITZA S.A. Florentino Ameghino 1783*85 - (C1407JAY) Capital Federal
Tel.: 5411 4684-1882 - E-mail: info@itzasa.com.ar - www.itzasa.com.ar

Tabla 4 –Evaluación microbiológica de jugo de mijo inoculado con *L. casei*

Días	Adicionada con <i>L. casei</i> 10 ⁶ /ml (UFC/m)						pH
	Mesófilos totales	Bacterias lácticas	Coliformes	Staphylococcus	Salmonella (en 25g)	Hongos y levaduras	
0	1.9 x 10 ⁵	1.8 x 10 ⁷	4.2 x 10 ⁷	sd	sd	2 x 10 ²	6.15
10	3 x 10 ⁷	4.4 x 10 ⁷	sd	sd	sd	sd	5.4
20	2.5 x 10 ²	1 x 10 ⁶	sd	sd	sd	sd	4.2

Días	Control (UFC/m)						pH
	Mesófilos totales	Bacterias lácticas	Coliformes	Staphylococcus	Salmonella (en 25g)	Hongos y levaduras	
0	1 x 10 ²	1.5 x 10	2 x 10	sd	sd	2 x 10 ²	6.2
10	3 x 10 ⁴	4.4 x 10 ²	4.5 x 10	sd	sd	3.3 x 10	6
20	5.3 x 10 ¹¹	2.9 x 10 ²	sd	sd	sd	3.0 x 10	5.8

Tabla 5 – Determinación de satisfacción de productos elaborados en base a mijo

Opinión	Vegetarianas	No vegetarianas	Total
me gusta mucho	50%	40%	45%
me gusta	46.67%	46.67%	46.67%
ni me gusta ni me disgusta	3.33%	13.33%	8.33%
me disgusta	0%	0%	0%
me disgusta mucho	0%	0%	0%

fatiga, anemia, astenias y falta de ánimo. (www.cuerpomente.com)

- Por su alto contenido en magnesio, es un cereal muy apropiado para deportistas, ya que, además de combatir el agotamiento, alivia los calambres musculares y fortalece los músculos. (www.cuerpomente.com)
- Puede ser consumido por personas celíacas, ya que no contiene gluten.

ASISTHOS
Servicios de Esterilización
14 años de experiencia trabajando las 24 hs. los 365 días del año.

Desde 1999 ofreciendo nuestros servicios de apoyo, certificados por la Comunidad Europea.

Cumplimiento en el tiempo de entrega

SERVICIO DE ESTERILIZACIÓN
SERVICIO DE DECONTAMINACIÓN

- Envases
- Dispositivos de maquinarias
- Filtros
- Ropa
- Elementos de laboratorio

NUESTRO SERVICIO INCLUYE:
Certificado de procesos
Normalizados, total trazabilidad e documentación interna y externa.

Validación:
IQ DQ PQ
Norma ISO 11135/34

FRACCIONAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO
Áreas calificadas y habilitadas por ANMAT.

TECNO FIDTA | Stand 3F-18

GMP:
Procedimiento customizado, bajo normas internacionales.

Calle 23 N° 1442 (B1650LYD) San Martín, Bs. As. - Tel./fax: 54 11 4713-1681 rot. - info@asisthos.com.ar

Tabla 6 – Prueba de aceptación y potencialidades de aplicación de los productos elaborados base a mijo

Opinión	Si	No
Incluirían el producto en su dieta	96.67%	3.33%
Comprarian el producto	95%	5%
Recomendarían el producto	98.33%	1.67%
Utilizarían el producto como fuente de proteínas	96.67%	3.33%
Interés en participar en el cultivo, venta y/o elaboración de este tipo de productos	68.33%	31.67%

- Podría emplearse en dietas hipoproteicas, reemplazando otros cereales.
- Puede prevenir enfermedades degenerativas por su propiedad antioxidante.
- Puede ser cultivado en zonas áridas o secas.
- Puede ser empleado en la preparación de comidas saladas y dulces ya que presenta un sabor suave que no domina en el plato. (www.cuerpamente.com)

Referencias bibliográficas

AOAC (1998). Official Methods of Analysis. 16 th. Ed Washington.
 Bakau, M.; Jideani I.; Nkama, I. (2006). Production acceptability and microbiological evaluation of weaning food formulations.
 Champan, G. (1945). The significance of sodium chloride in studies of staphylococcus J. Bacteriol. 50: 201-203.
 Dudois, M. et al (1956). Analytical chemistry. 28,350-365.
 Lei, V.; Friis, H.; Michaelsen KF. (2006). Spontaneously fermented millet

product as a natural probiotic treatment for diarrhea in young children: an intervention study in Northern Ghana.

Lowry, et al (1951). The Journal of Biological Chemistry 193, 265-175
 Mossel, D.; Idziak, E. (1980) J Appl Bacteriol. 48, 101-13
 Raibaud, P.; Galpin, J.; Duclezean, R.; Macguot, G.; Oliver, G. (1961). Le Genre Lactobacillus dans le tube digestive durat II. Annales de Microbiologic. 124, 2223-2235.
 Rani, B; Khetarpaul, N. (1998). Probiotic fermented food mixtures: possible applications in clinical anti-diarrhoea usage.
 Thalota, A.; Srivastava, S. (2002). Physicochemical properties and nutritional traits of millet based weaning food suitable for infants of the Kumaon hills, Northern India.

Torresani, M; Somoza, M. (1999) Lineamientos para el Cuidado Nutricional

Sitios de Internet consultados

-www.aacrea.org.ar/economia/articulos/pdf/aaii_25_mijo_pdf. Trabajo realizado por Agroalimentos Argentinos II.
 -www.cuerpamente.com/alimestr.
 -www.enbuenasmanos.com.
 -www.fao.org. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Trabajo realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (1995). Roma, Italia. Visita realizada en abril 2007.
 -www.prama.com.ar/alimentos_saludables/mijo.htm.Articulo extraído del libro Alimentos Saludables.

Agradecimientos

Los resultados de este manuscrito son parte del trabajo de tesis de Licenciatura en Nutrición de la Lic. Silvia Lopez, en la UNSTA.

ECONÓMICAS DE PRECISIÓN - PORTÁTILES
 Difusores, molidores, tamices y otros de Energía 220V

www.moretti.com.ar

BALANZAS Moretti
 Precisión a propósito, mediana y gran capacidad.
 Más de 400 modelos para cualquier necesidad de pesaje.

ANALIZADOR DE HUMEDAD

BALANZAS DE PISO
 PARA ALMACÉN, LABORATORIO

BALANZAS INDUSTRIALES
 Alta Precisión

BALANZAS RIELERAS
 Para el comercio

BASCULAS ELECTRONICAS PARA CAMIONES

- + Garantía 3 años
- + Entrega inmediata
- + Asesoría técnica
- + Asesoramiento profesional
- + TICKET ANTIFRAUDE

EMPRESA CERTIFICADA
 ISO 9001:2008
 ISO 14001:2004

EMPRESA AUDITADA POR EL INII

andrés moretti e hijos s.a. Carlos Calvo 2755 - C1220AAS Cap. Fed. ventasindustriales@moretti.com.ar
 Tel./Fax: (011) 4308-1504 / 4943-1721