

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DE MAÍCES ESPECIALES DESARROLLADOS EN LA ARGENTINA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



RESUMEN

En los últimos años el mercado de maíces de uso especial (VEC) muestra un crecimiento sostenido y una mayor influencia tanto en las economías regionales como a nivel global. La calidad de los productos alimenticios depende de la calidad de la materia prima con la que se elaboran. En este sentido, puede decirse que la calidad del grano de maíz es un atributo comprehensivo que refleja su constitución química, la cual determina la textura, valor nutricional y propiedades tecnológicas. El objetivo de este trabajo ha sido determinar la calidad química del grano y del aceite obtenidos de diferentes híbridos experimentales. Durante los tres años 2011/12 a 2013/14 se ensayaron 23 híbridos de maíz VEC (waxy y alta lisina) en el Instituto de Genética E.A. Favret - INTA Castelar. Los granos fueron obtenidos mediante polinización controlada para evitar la influencia de polen extraño sobre los atributos químicos. Se tomó una muestra representativa de granos de cada híbrido y se la conservó a 4° C hasta la realización de los análisis. El contenido de aceite, proteína y almidón del grano entero fue determinado mediante transmisión en el infrarrojo cercano (NIT) utilizando un equipo Foss Infratec 1241. Se analizó el perfil de ácidos grasos (AG) de cinco híbri-

V. R. Corcuera^{1,2}; M. Pennisi³; M. Kandus²; J.C. Salerno²

¹Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, Buenos Aires, Argentina

²Instituto de Genética Ewald A. Favret -CICVyA - INTA. Castelar. Buenos Aires, Argentina.

³Instituto de Investigaciones Pediátricas Prof. Dr. Fernando E. Viteri. La Plata, Buenos Aires, Argentina. vrcorcuera@gmail.com

dos mediante cromatografía de gaseosa (GC) utilizando detector FID y columna capilar EC-1000 Altech. El análisis NIT reveló que los híbridos analizados tienen un contenido proteico de 9,0 a 14,3%; 4,4 a 7,3% de aceite y 67,1 a 73,0% de almidón. Se hallaron correlaciones altamente significativas y negativas entre el nivel de proteína y los niveles de aceite y almidón ($r = -0,63$ y $-0,53$, respectivamente; $p < 0,01$). En cambio, se detectó una asociación significativa y directa entre el nivel de aceite y almidón ($r = 0,35$; $p < 0,05$). El contenido proteico medio de los híbridos HC superó en 20% al reportado por ILSI Argentina para maíces cultivados en el país. Dieciséis de los híbridos estudiados pueden ser considerados de alto contenido de aceite (6,0% a 7,3%) y por ende son una alternativa óptima en el campo de la alimentación por su aporte calórico y nutricional. Los estudios de GC permitieron detectar que los híbridos HC138 y HC52 tienen alto contenido de ácido oleico (45,2% y 50,3%, respectivamente). Este último híbrido es de alto contenido de aceite (6,5%). Se halló una correlación negativa ($r = -0,37$ n.s.) entre contenido de ácido oleico y la concentración total de aceite en el grano. En los aceites estudiados se encontró que la razón media entre ácidos poliinsaturados y saturados (Índice P/S) es de 2,8 (rango= 1,6 – 3,7). Los niveles de proteína y aceite hallados en varios de estos híbridos de uso especial (VEC), así como el contenido de ácido oleico y los valores del Índice P/S reflejan la calidad nutri-

cional de los mismos y sugieren que su empleo como materia prima para la industria alimentaria sería ventajoso y tendría ventajas comparativas en relación a otros maíces comerciales que ya se cultivan en el país.

Palabras clave: maíz, NIT, proteína, aceite, almidón, waxy, opaco-2.

INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos alimenticios depende de la calidad de la materia prima con la que se elaboran. La constitución química del grano de maíz determina su textura, valor nutricional y propiedades tecnológicas. La calidad nutricional e integridad de los granos es influenciada por factores genéticos, del medio ambiente y por los procesos de transformación empleados por la industria alimentaria.

Aunque el grano de maíz provee macro y micro nutrientes primordiales para las necesidades metabólicas del ser humano, el contenido y calidad de algunos de ellos resulta insuficiente para quienes utilizan este cereal como alimento base. La zeína es la mayor proteína de reserva del grano y, aunque rica en varios aminoácidos, es deficiente en lisina y triptófano, por ende

es pobre desde una perspectiva nutricional. El desarrollo de híbridos modernos de alta producción de grano favoreció un mayor contenido de almidón en detrimento de la proteína reduciendo aún más su calidad alimenticia.

La evolución de los paradigmas alimentarios, como toda expresión cultural, está registrando una demanda de productos más saludables, nutritivos y con menor utilización de aditivos-fortificantes. Por lo tanto, la fortificación endógena también conocida como bio-fortificación (Nuss y Tanumihardjo, 2010) es el modo más adecuado de optimizar la calidad nutricional del grano de maíz. Esta vía implica utilizar alguna de las siguientes estrategias para incrementar el contenido de lisina en el grano: mejora genética convencional, caracterización de mutantes espontáneos, mutagénesis inducida y producción de plantas transgénicas (Azevedo *et al.*, 2003; Huang *et al.*, 2006).

El desarrollo de estrategias que permitan mejorar el aporte nutricional de las proteínas del endosperma del grano de maíz constituye un objetivo prioritario en muchos países (Kriz, 2009). El valor biológico (PER) de las proteínas de los maíces de alta lisina alcanza el 90%, pero es tan sólo del 40% en los maíces convencionales (Vivek *et al.*, 2008).

**ALQUILER Y VENTA
DE EQUIPOS INDUSTRIALES
INGENIERÍA EN FLUIDOS**

**Filtrado y tratamiento de
aguas brutas y efluentes:**

- Podemos filtrar agua desde 5 micrones en adelante sin límites de caudal.
- Filtros de malla y de anillas, automáticos y auto limpiantes:
 - Ocupan espacio reducido
 - Baja pérdida de presión en el circuito
 - Bajo caudal de limpieza
 - Programables según variables del usuario
 - Muy bajo costo de mantenimiento






**Filtros manuales para
caudales desde 5 a 50 m³/h**

También disponible en DLP
Also available in DLP

NEW

contacto@ecoflowsrl.com.ar - www.ecoflowsrl.com.ar

En los últimos veinticinco años, utilizando el gen mutante Opaco-2 y seleccionando otros genes modificadores de la dureza del endosperma, el CIMMYT desarrolló variedades de maíz de alta lisina y endosperma vítreo genéricamente conocidas como maíz QPM. Actualmente estos nuevos materiales son considerados como una de las estrategias para mitigar la desnutrición en zonas de pobreza y alta desnutrición (Gordón-Mendoza *et al.*, 2010) y se dispone de mucha información relativa a su utilización en alimentación y nutrición humana (Alarcón-Valdez *et al.*, 2005). El consumo de maíces de alta calidad proteica está recomendado para prevenir y corregir problemas de desnutrición en grupos de riesgo, como lactantes y niños de hasta seis años, madres en gestación, ancianos, inmunosuprimidos, etc. (Vivek *et al.*, 2008).

El aceite de maíz juega un rol importante en la dieta humana porque aporta gran cantidad de energía, ácidos grasos (AG) esenciales y vitamina E. Contribuye con AG poliinsaturados que favorecen el control de los niveles de colesterol y la disminución de la presión sanguínea. El aceite refinado de maíz está constituido en un 98% por triglicéridos. En éstos, los ácidos grasos saturados presentes son palmítico (11%), esteárico (1,8%) y araquídico (0,2%). También incluyen a los ácidos grasos insaturados: linoleico (60,9%), oleico (25,3%) y linolénico (1,1%). Estudios realizados en nuestro país revelan que los maíces desarrollados en la Argentina tienen un mayor contenido de ácido oleico que los cultivados en EE.UU., existiendo líneas endogámicas con una concentración de hasta el 50% (Eyherabide *et al.*, 2005; Corcuera *et al.*, 2013; Corcuera *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIAL VEGETAL

Se emplearon granos de maíz (*Zea mays* ssp. *mayz*) de 23 híbridos simples experimentales de maíz de uso especial que producen granos con almidón modificado (AM) o con alta lisina y almidón modificado (DR). Estos materiales fueron obtenidos mediante técnicas convencionales de mejora genética que permiten introducir genes mutantes simples. En consecuencia, ninguno de ellos puede considerarse transgénico. Cada híbrido fue cultivado durante tres campañas agrícolas consecutivas (2011/12 a 2013/14) en el campo experimental del Instituto de Genética E.A. Favret, CICVyA INTA Castelar. La calidad diferencial del almidón y de la proteína se debe a la expresión de genes mutantes sencillos: 1) waxy, que favorece la síntesis de un almidón constituido

por un 97 a 100% de amilopectina, y 2) opaco-2 y opaco-5, cuya acción se traduce en la síntesis de proteínas ricas en lisina. En cada año de ensayo y de cada híbrido se reservó una muestra de 100 g que se mantuvo en heladera a 4°C hasta el momento de realizar las diferentes determinaciones.

ANÁLISIS QUÍMICO NO DESTRUCTIVO

De cada híbrido y de cada año se tomó una muestra de 60 a 80 g de grano entero, sano y con un contenido de humedad igual o inferior al de comercialización. Las muestras se analizaron en un espectrofotómetro de infrarrojo cercano modelo Infratec 1241 Grain Analyzer (Foss NIR Systems) en el modo de transmitancia (NIT) en el rango de longitudes de onda comprendido entre los 570 a 1050 nm. De esta forma pudieron determinarse múltiples parámetros (% agua, % proteína, % aceite y % almidón). Este método está aprobado oficialmente en EE.UU., UE, Federación Rusa, Bielorrusia, Japón, Australia, Kazajistán y Ucrania. También se lo considera a escala global como un estándar de referencia para la determinación del contenido de proteína, aceite, almidón y humedad en granos de cereales y oleaginosas.

DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Se analizaron cinco híbridos productores de granos con almidón modificado. De cada uno se conservó una muestra de 10 g de granos a 4°C hasta la realización de los análisis. Se separaron 10 granos de cada muestra y se les extrajo el germen para obtener la grasa cruda mediante la técnica propuesta por Folch en 1957. La grasa cruda fue utilizada como materia prima del análisis de ácidos grasos mediante cromatografía gaseosa. Se empleó un cromatógrafo Hewlett Packard 6890 provisto con una columna capilar Chrompack CP SIL 88. Las condiciones de análisis fueron: 1-temperatura inicial: 185°C durante 3 minutos; 2-Rampa de calentamiento a razón de 3 grados por minuto hasta alcanzar los 230 grados, y 3-Mantenimiento de la temperatura de 230 grados durante 25 minutos. El perfil de AG de cada muestra se obtuvo comparando los tiempos de retención relativos de cada uno de ellos respecto de estándares comerciales (NuCheck prep.) analizados previamente en la misma columna. Los contenidos de AG fueron promediados a partir de los valores correspondientes a tres lecturas y expresados en g/100 g del contenido de grasa total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de infrarrojo cercano NIT reveló que el contenido proteico de los híbridos analizados fluctúa entre 9,0 a 14,3%; el nivel de aceite varía desde 4,4 a 7,3% y la concentración de almidón en el grano oscila entre 67,1 a 73,0%. Estos valores resultan de promediar los correspondientes a cada año de ensayo. La densidad del grano adquiere valores desde 1,038 g/cm³ hasta 1,323 g/cm³, tanto mayores a medida que aumenta la proporción de endosperma vítreo del grano (Tabla 1 y Figura 1).

ILSI Argentina (2006) señaló que el contenido medio de proteína observado en granos enteros de 109 híbridos comerciales cultivados en las provincias de Buenos Aires y Córdoba es de 9,5% (rango= 6,9% - 11,8%). Este valor coincide con el reportado en 2002 a la base de datos Argenfoods por la Universidad Nacional de Luján, mientras que la Asociación Maíz Argentino (MAIZAR) informó un valor de 11,5% para materiales dentados y semidentados al evaluar 48 híbridos comerciales en el Norte y Sudeste de la Provincia de Buenos Aires durante 2004/05 (Fuente: ILSI, Serie de Informes especiales vol. II, Oct. 2006, pág. 52). Por

lo tanto, 13/23 de los híbridos HC analizados superan la concentración media de proteína reportada para materiales de textura blanda o semiblanda cultivados en nuestro país.

El aceite se encuentra mayoritariamente en el germen, en un nivel comprendido entre 3,0-5,0% (Paliwal, 2001; Corn Refiners Association, 2006; Orhun y Korkut, 2011). ILSI Argentina (2006) indicó que en maíces argentinos la concentración oscila desde 2,7 a 5,6% (Fuente: ILSI Crop Composition Database version 2.0; www.cropcomposition.org). Asimismo, MAIZAR reportó un rango de 3,9 a 6,2% de aceite luego de analizar 48 híbridos comerciales cultivados en la zona maicera tradicional y Sudeste de la provincia de Buenos Aires (campaña 2004/05). Por su parte, durante 1999 el U.S. Grain Council aconsejó considerar únicamente como maíz de alto aceite (HOC) a los genotipos con 6% o más del mismo. De acuerdo a la información precedente, 16/23 de los híbridos HC pueden catalogarse como HOC. Se destacan en particular los genotipos HC 108 y 144, ambos productores de granos con alta lisina y almidón modificado.

Según el Ing. Daniel Franco de la SAGPyA (comunicación personal, 2007), el contenido medio de almidón en maíces argentinos es del 71,3% (rango= 64,0 – 78). Borrás *et al.* (2002), reportaron un rango de almidón de 65 a 70% para híbridos de maíz cultivados en la Argentina. La concentración de almidón hallada en los materiales HC analizados en este trabajo se halla dentro de los límites mencionados. Los valores más elevados corresponden a HC 97, HC 108 y HC 144.

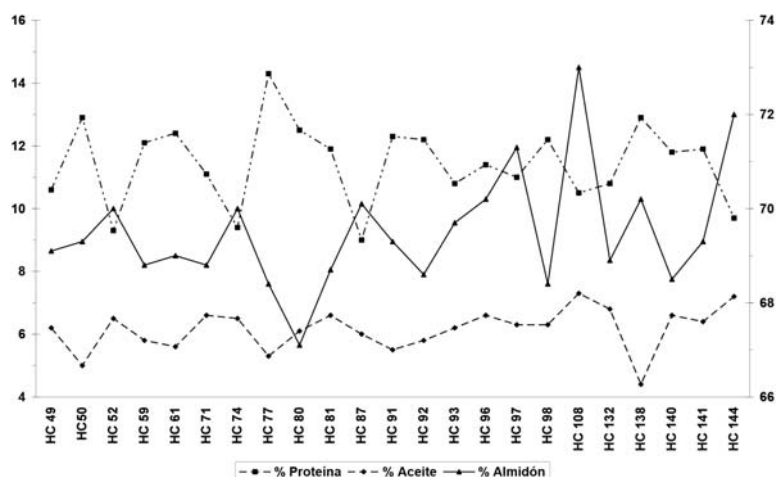
En los materiales analizados se halló una correlación negativa y altamente significativa entre el nivel de proteína y aceite ($r=-0,63$; $p<0,01$) y también entre proteína y almidón ($r=-0,53$; $p<0,01$). Esto significa que no es posible mejorar la concentración de proteína en el grano junto a la de almidón o aceite (Figura 1). En cambio, se determinó que existe una relación positiva y significativa entre la cantidad de aceite y almidón del grano ($r=-0,35$; $p<0,05$). La densidad del grano está asociada de manera significativa y positiva con el contenido proteico ($r=0,34$; $p<0,05$) aunque de modo negativo con la concentración de almidón ($r=-0,35$; $p<0,05$).

Tabla 1. Concentración de macro nutrientes en los granos enteros de 23 híbridos de maíz de uso especial

HÍBRIDO	TIPO	Análisis Infrarrojo Cercano por transmitancia - NIT				
		%H ₂ O	%PROT	%ACEITE	%ALMIDON	DENSIDAD ¹
HC 49	AM	12,8	10,6	6,2	69,1	1,280
HC50	DR	11,5	12,9	5,0	69,3	1,293
HC 52	AM	12,9	9,3	6,5	70,0	1,256
HC 59	DR	12,0	12,1	5,8	68,8	1,315
HC 61	AM	11,7	12,4	5,6	69,0	1,319
HC 71	DR	12,2	11,1	6,6	68,8	1,272
HC 74	DR	12,8	9,4	6,5	70,0	1,256
HC 77	DR	10,7	14,3	5,3	68,4	1,308
HC 80	DR	13,0	12,5	6,1	67,1	1,275
HC 81	AM	11,5	11,9	6,6	68,7	1,298
HC 87	DR	13,6	9,0	6,0	70,1	1,313
HC 91	DR	11,6	12,3	5,5	69,3	1,323
HC 92	DR	12,1	12,2	5,8	68,6	1,308
HC 93	DR	12,3	10,8	6,2	69,7	1,038
HC 96	DR	10,5	11,4	6,6	70,2	1,268
HC 97	DR	10,1	11,0	6,3	71,3	1,272
HC 98	AM	11,8	12,2	6,3	68,4	1,288
HC 108	DR	8,0	10,5	7,3	73,0	1,204
HC 132	DR	12,2	10,8	6,8	68,9	1,312
HC 138	AM	11,2	12,9	4,4	70,2	1,309
HC 140	AM	11,8	11,8	6,6	68,5	1,307
HC 141	DR	11,1	11,9	6,4	69,3	1,301
HC 144	DR	9,9	9,7	7,2	72,0	1,238

¹= expresado en g/cm³.

FIGURA 1 - Concentración media de macronutrientes en híbridos de maíz de uso especial a través de tres años de ensayos



La concentración de ácidos grasos de mayor importancia en nutrición humana, el nivel de ácidos grasos saturados e insaturados, la relación entre estos, y otros indicadores de calidad se muestran en la Tabla 2.

Existe gran diversidad en la calidad del aceite de maíz y debido a ello se observan disparidades entre los datos publicados (FAO, 1993; Saleem *et al.*, 2008). La información presentada en la Tabla 2 indica que los materiales estudiados tienen 12,3 a 16,4% de ác. palmítico; 1,7 a 2,2% de ác. esteárico; 31,1% a 50,3% de ác. oleico $\Omega 9$; 28,6% a 51,9% de ác. linoleico $\Omega 6$ y 0,3% a 0,7% de ác. linolénico $\Omega 3$. La concentración de AG insaturados resultó similar a la reportada por ASAGA e ILSI Argentina para maíces argentinos. Estos valores son consistentes con otros reportados con anterioridad (Corcuera, 2013).

Los híbridos HC138 y HC52 presentan el mayor contenido de ácido oleico (45,2% y 50,3%, respectivamente) y el último híbrido tiene además un elevado contenido de aceite (6,5%). La genética y el medio ambiente son los dos factores principales que afectan el perfil de ácidos grasos del aceite de maíz. Izquierdo (2007) y Alezones *et al.* (2010) señalaron que el aceite producido en zonas cálidas posee mayor contenido de ácido oleico que el obtenido en zonas de clima más

fresco. En un sentido similar se expresaron Eyherabide *et al.* (2005) quienes señalaron que los maíces producidos en la Argentina tienen un contenido de ácido oleico significativamente superior al de aquellos producidos en el Medio Oeste norteamericano. Sin embargo, para poder competir exitosamente con los aceites comerciales de alto oleico obtenidos a partir de cártamo, girasol, soja o colza sería conveniente incrementar por lo menos en un 15% la concentración de oleico lograda en HC138.

No se halló correlación significativa entre el nivel de aceite del grano con el contenido de ácido oleico ($r=-0,37$).

Tampoco se encontró una asociación significativa entre el nivel de ácido linoleico y la concentración de aceite en el grano ($r=0,46$), tal como se reportó con anterioridad (Corcuera, 2013) y a diferencia de lo informado por Wassom *et al.* (2008). En cambio, en estos materiales se detectó una asociación positiva y significativa entre los niveles de ácido linolénico y aceite del grano ($r=0,82$; $p<0,05$).

Los ácidos linoleico y linolénico poseen propiedades antiartríticas, antiescleróticas, antiinflamatorias e hipocolesterolémicas. Para un correcto funcionamiento del organismo es necesario que exista una relación adecuada entre los ácidos linoleico $\Omega 6$ y linolénico $\Omega 3$. Es deseable que la relación $\Omega 6/\Omega 3$ sea de 4:1 pero en maíz y otros aceites vegetales de importancia dicha razón aparece muy desequilibrada (Olivera Carrión, 2006). En los híbridos HC estudiados, esa relación tiene un valor medio de 81,7 (*rango*= 71,0 – 107,7). Esta relación de ácidos grasos poliinsaturados tan alterada podría derivar en enfermedad coronaria, diabetes o depresión en caso de que sólo se consumiere aceite de maíz (Olivera Carrión, 2006). Sin embargo, la alta concentración de PUFA's (linoleico y linolénico) parece favorecer la reducción de la concentración sérica de colesterol y de

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos e indicadores de calidad del aceite correspondiente a cinco híbridos de maíz productores de granos con almidón modificado

Híbrido	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linolénico	Σ saturados	Σ insaturados	Σ PUFA	IN:SAT	$\Omega 6/\Omega 3$	Índice P/S
HC 98	12,9	1,8	33,7	49,7	0,7	14,7	84,1	50,4	5,7	71,0	3,4
HC 49	12,3	1,7	31,1	51,2	0,6	14,0	82,9	51,8	5,9	85,3	3,7
HC 52	16,4	1,9	50,3	28,6	0,7	18,3	79,6	29,3	4,3	40,9	1,6
HC 81	14,2	2,0	31,2	51,9	0,5	16,2	83,6	52,4	5,2	103,8	3,2
HC 138	14,7	2,2	45,2	32,3	0,3	16,9	77,8	32,6	4,6	107,7	1,9

la presión sanguínea, aunque no en igual proporción que la ingesta de ácido oleico según afirman numerosos estudios clínicos.

La relación normal entre ácidos grasos insaturados y saturados del aceite de maíz es de 6,7 (Fuente=<http://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids1.html>). En los híbridos estudiados esta relación alcanzó un valor medio de 5,2 (rango= 4,3 – 5,9). Este valor inferior al normal puede atribuirse a la baja concentración de ácido linoleico hallada en los híbridos HC 52 y HC 138, sumada a una mayor concentración de palmítico en ambos.

Las grasas y aceites que tienen un valor de índice P/S (poliinsaturados /saturados) superior a 1 resultan de gran valor nutricional. Numerosos estudios demuestran que cuanto mayor es el valor del índice P/S se favorece una menor deposición de lípidos en el cuerpo (Lawton *et al.*, 2000). En los aceites estudiados se encontró que el índice P/S tienen un valor medio de 2,8 (rango= 1,6 – 3,7). Los resultados incluidos en la tabla 2 permiten deducir que los materiales HC 98, HC49 y HC81 serían los más beneficiosos para consumo humano en este sentido. Sin embargo, el híbrido HC 52 que puede ser considerado como un verdadero maíz alto oleico tiene también una relación favorable y entonces presenta doble beneficio.

CONCLUSIONES

El maíz es un alimento muy importante para gran parte de la humanidad -particularmente en los países en vías de desarrollo- porque aporta una cantidad importante de calorías y nutrientes. En el caso particular de los híbridos estudiados, aquellos con alto valor de proteína tienen además incorporado el gen opaco-2 que determina la producción de proteínas de calidad. Esto constituye una diferencia importante con otros materiales convencionales existentes en el mercado, caracterizados por elevados niveles de zeína deficiente en aminoácidos limitantes como lisina y triptófano.

En cuanto a contenido de almidón, los híbridos HC analizados no difieren significativamente de otros materiales cultivados comercialmente en nuestro país. Por otra parte, el aceite de maíz tiene 2,5 veces más energía por unidad de peso que el almidón del endosperma (Coutiño-Estrada, 2008). Los híbridos de maíz como algunos de los evaluados con alto contenido de aceite (HOC) tienen relevancia en el campo de la nutrición humana y la industria debido a su aporte energético y calidad.

Los estudios de cromatografía gaseosa revelan que los ácidos grasos más importantes para la nutrición humana se encuentran dentro del rango de valores



EL SOCIO EXPERTO PARA LA INDUSTRIA

**ASESORIA EN
DESARROLLO DE PRODUCTOS
ETIQUETADO NUTRICIONAL**

**ENSAYOS REOLOGICOS PARA EL ANALISIS
DE GELES Y PRODUCTO TERMINADO**

PROTEINAS GranoProt, completa línea de proteínas emulsionantes, agentes de retención, texturizados y micronizados de soja.

HIDROCOLOIDES GranoGel Cárnica, tecnología en hidrocoloides que aportan textura al producto evitando sinéresis.

FIBRAS GranoFiber, las mejores propiedades nutricionales y funcionales para aportar estructura.

FOSFATOS Soluciones que favorecen la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares.

ANTIOXIDANTES Ácido Ascórbico, Eritorbato de Sodio contribuyen a la estabilidad del color en el producto terminado.

RESALTADORES DE SABOR GranoSalt Glutamato, exalta la percepción olfato gustativa de un sabor.

CONSERVANTES GranoFresh SK, Sorbato de Potasio para el tratamiento antimicrobiano.

ANTIESPUMANES Control de espuma en salmueras.

NUTRIENTES SALUDABLES GranoLife, aplicaciones tecnológicas multifuncionales para la sustitución de grasa y sodio para la elaboración de cárnicos más sanos.



Para solicitar fichas técnicas, muestras de producto y/o asesoramiento técnico comercial contáctanos vía e mail a > sac@granotec.com.ar

Síguenos en:



Visítanos en: www.granotec.com/argentina

Comunicate al: +54 (3327) 44 44 15



reportados a nivel global y nacional. Los análisis permitieron detectar dos híbridos con alta concentración de ácido oleico (HC52 y HC138). Asimismo, todos los híbridos analizados por CG tienen un índice P/S beneficioso desde la óptica de la salud humana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Monsanto Argentina la facilidad otorgada para utilizar el equipo de infrarrojo cercano.

REFERENCIAS

- Alarcón Valdez C., Milán-Carillo, J. Cárdenas-Valenzuela, O.G., Mora-Escobedo, R., Bello-Pérez, L.A., Reyes-Moreno C. (2005). Infant food from quality protein maize and chick peas: optimization for preparing and nutritive properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56, 273-285.
- Alezones, J., Ávila M., Chassaigne A., Barrientos V. (2010). Caracterización del perfil de ácidos grasos en granos de híbridos de maíz blanco cultivados en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 10(4), 397-404.
- Azevedo, R.A., Damerval, C., Landry, J., Lea, P.J., Bellato, C.M., Meinhardt, L.W., Le Guilloux, M., Delhay, S., Toro, A.A., Gaziola, S.A., Berdejo, B.D.A. (2003). Regulation of maize lysine metabolism and endosperm protein synthesis by opaque and floury mutations. *European Journal of Biochemistry*, 270, 4898-4908.
- Borrás, L., Curá, J.A., Otegui, M.E. (2002). Maize kernel composition and post-flowering source-sink ratio. *Crop Science*, 42, 781-790.
- Corcuera, V.R. (2013). Mejora Genética del Maíz. Desarrollo de Híbridos de Uso Especial. (Uso de Descriptores Agronómicos, Químicos y Métodos Estadísticos aplicados al Análisis de Ensayos Multiambientales), 521 páginas. Ed. PUBLICIA, AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Alemania. ISSN 978-3-639-55207-2.
- Corcuera, V.R., Salmoral, E.M., Pennisi, M., Kandus, M., Moreno-Ferrero, V., Salerno, J.C. (2013). Análisis Proximal del Grano de Maíces de Uso Especial. II. Determinación de la Calidad Proteica, del Aceite y Almidón. En CD-ROM del XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 5° Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías/III Simposio Latinoamericano sobre Higiene y Calidad de Alimentos, Rosario-Sta. Fe, Argentina.
- Corcuera V.R., Salmoral, E.M., Pennisi, M., Kandus, M., Salerno, J.C. (2014). Maíces con Valor Mejorado. Materia Prima de Desarrollo Nacional para Producir Alimentos de Alto Valor Agregado. Trabajo Ganador de la Mención Especial Categoría I. Investigación y Desarrollo en el área de Tecnología de Alimentos. Fundación ArgenINTA. Diciembre de 2014.
- Corn Refiners Association (1994). *Corn Starch*, 11th ed., 41 páginas, Corn Refiners Assoc. Inc., Washington, USA.
- FAO (1993). *Maize in human nutrition*. 168 páginas, Roma, Italia. ISBN= 9251030138
- Gordón-Mendoza, R., Franco-Barrera, J., Camargo-Buitrago, I. (2010). Adaptabilidad y estabilidad de 20 variedades de maíz, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 11-20.
- Huang, S., Frizzi, A., Florida, C.A., Kruger, D.E., Luethy, M.H. (2006). High lysine and high tryptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19- and 22-kD ω -zeins. *Plant Molecular Biology Reporter*, 61, 525-535.
- Izquierdo, N.G. (2007). Factores determinantes de la calidad de aceites en diversas especies. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, 292 páginas.
- ILSI Argentina. (2006). Perfil de la composición de la producción del maíz cultivado en la Argentina. Serie de Informes Especiales de ILSI Argentina, Volumen II: Maíz y Nutrición, pp. 53-61.
- Kriz, A.L. (2009). Enhancement of amino acid availability in corn grain. En: T. Nagata, H. Lörz & J.H. Widholm (Eds.), *Molecular genetic approaches to maize improvement*, Biotechnology in Agriculture and Forestry Series, vol. 63, pp. 79-89, Springer Berlin Heidelberg, ISSN 0934-943X.
- Lawton, C. L., Delargy, H. J., Brockman, J., Smith, R. C., Blundell, J. E. (2000). The degree of saturation of fatty acid-sof fatty acids influences in post ingestive satiety, *British Journal of Nutrition*, 83 (5), 473 - 482.
- Nuss, E.T., Tanumihardjo, S.A. (2010). Maize: A Paramount Staple Crop in the Context of Global Nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 417-436.
- Olivera Carrión, M. (2006). Aporte nutricional de las principales formas de consumo del maíz en la alimentación humana. En: Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Recopilación de ILSI Argentina. Serie de Informes Especiales, vol.II, pp. 56-62.
- Orhun, G.E., Korkut, K.Z. (2011). Interrelationships among the oil and fatty acids in maize. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 6(9), pp. 2115-2117.
- Paliwal, R.L. (2001). Usos del maíz. En: Marathée J.P. (Ed.) *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. Colección FAO: Producción y protección vegetal-28, Roma, Italia. ISBN: 9253044578.
- Saleem, M., Ahsan, M., Aslam, M., Majeed, A. (2008). Comparative evaluation and correlation estimates for grain yield and quality attributes in maize. *Pakistan Journal of Botany*, 40(6), 2361-2367.
- Vivek, B.S., Krivanek, A.F., Palacios-Rojas, N. S., Twumasi-Afriyie, A., Diallo O. (2008). Mejoramiento de maíz con calidad de proteína. Protocolos para generar variedades QPM. México D.F., CIMMYT, 66 páginas. ISBN= 9789706481641.
- Wassom, J.J., Wong, J.C., Martinez, E., King, J.J., DeBaene, J., Hotchkiss, J.R., Mikkilineni, V. Bohn, M.O., Rocheford, T.R. (2008). QTL associated with maize kernel oil, protein and starch concentrations; kernel mass; and grain yield in Illinois high oil x B73 backcross-derived lines. *Crop Science*, 48, 243-252.