

Calidad y Usos del Maíz

- Ing. Qco. (M. Sc.)
José L. Robutti
INTA Pergamino,
Buenos Aires

El maíz es un grano que tiene numerosos y diversos usos nutricionales e industriales. De particular importancia resulta su condición de materia prima renovable y no contaminante.

La diversidad de aplicaciones requerirá de características específicas en la calidad de sus granos, muchas de las cuales pueden obtenerse mediante mejoramiento genético

- La mayor proporción de la producción mundial de maíz se usa en alimentación animal. En algunos países el maíz se emplea como alimento humano en cantidades significativas. Además, este grano es una importante fuente de materia prima para producir almidón y derivados, como edulcorantes, aceite, alcohol, entre otros. Estos últimos pueden ser, y en cierta medida ya lo están siendo, utilizados como materia prima en la industria química, y en algunos casos como reemplazo de los derivados del petróleo. A diferencia de este, el maíz presenta ciertas ventajas ya que es un recurso renovable, los productos finales obtenidos son biodegradables y su degradación no altera el balance de anhídrido carbónico atmosférico. La distribución del consumo total argentino, de alrededor de 6 millones de toneladas anuales, según los distintos usos y de acuerdo con estimaciones de especialistas vinculados al tema, es la siguiente:

Molienda húmeda: 1 millón. Molienda seca: 0,25 millón. Balanceados (aves): 3 millones. Feedlots y suplementos varios: 1 millón. Alimentación de cerdos y otros usos: 0,5 millón.

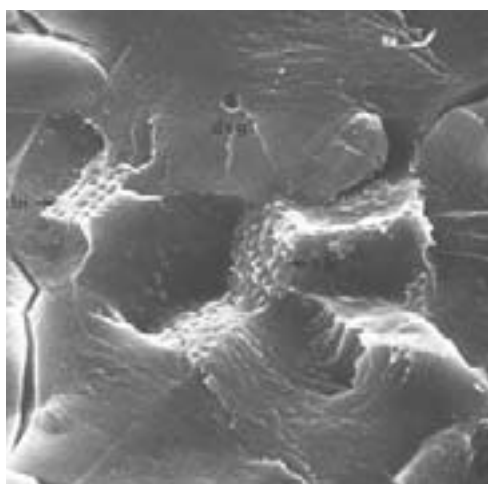
LA CALIDAD DEL GRANO DE MAÍZ

La calidad de uso del maíz está determinada principalmente por la estructura y composición del grano. Las diferencias en estructura y composición dependen del cultivar así como de las prácticas de manejo, el clima, el suelo y los métodos de cosecha y poscosecha. A continuación se tratarán algunas características del grano vinculadas a su estructura y composición.

Dureza Endospermica

La dureza endospermica contribuye a otorgarle al maíz resistencia mecánica, propiedad deseable para mantener la integridad del grano durante las operaciones de cosecha y poscosecha. Asimismo, la industria de la molienda seca requiere materia prima de grano duro para obtener fracciones de los tamaños adecuados a las distintas aplicaciones de los productos de esta molienda.

La dureza se debe a complejas interacciones entre los componentes del endosperma, principalmente las proteínas y el almidón. En las fotos 1 y 2 se muestra la estructura del endosperma córneo y del harinoso. Se visualiza que el grado de adhesión entre almidón y proteína es mucho mayor en el endosperma córneo que en el harinoso. Tal estructura compacta explica la mayor resistencia del endosperma duro a las acciones mecánicas así como a la difusión del agua y por lo tanto, el seca-



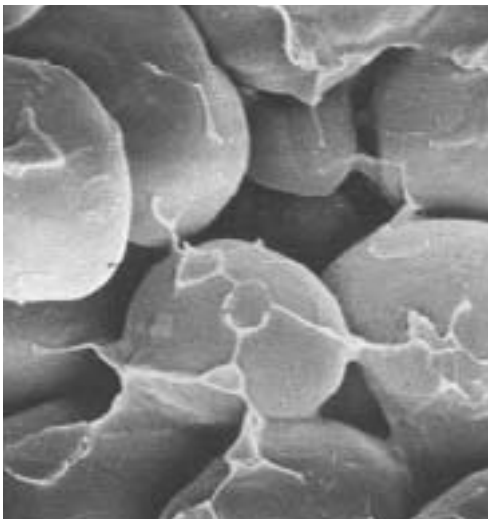
- Foto 1: Microscopía electrónica de barrido (3000 X) del endosperma córneo de un híbrido de maíz. Se observa la estructura compacta y la presencia de cuerpos zeínicos (zb).

do más lento del grano de este tipo de maíz. También explicaría el mayor peso hectolítrico ya que la estructura compacta del endosperma córneo debería pesar más que la del harinoso. Existen evidencias que ciertas proteínas específicas llamadas zeínas y en especial aquellas con alto contenido de aminoácidos azufrados estarían involucradas en la definición de la dureza del grano de maíz. En el endosperma maduro estas zeínas se localizan en los corpúsculos zeínicos (Foto 1).

Algunos informes sugieren que también el almidón podría tener incidencia en la dureza endospermática del maíz. Las moléculas constitutivas del almidón son las de amilosa y las de amilopectina. Estudiando 6 materiales (4 híbridos simples, una línea endocriada y una población de maíz QPM) se encontró que el almidón de la porción córnea del endosperma contenía porcentajes significativamente superiores de amilosa que el de la porción harinosa.

Almidón

Las aplicaciones del almidón son múltiples. La modificación (ya sea por tratamientos químicos o por mejoramiento genético) para alterar sus propiedades funcionales amplían aun más el campo de aplicación.



● Foto 2: Microscopía electrónica de barrido (3000 X) del endosperma harinoso de un híbrido de maíz. Se observan la estructura abierta y la ausencia de cuerpos zeínicos.

Los maíces con los genes mutantes *waxy* y *amilose extender* alteran la proporción de amilosa y amilopectina del maíz normal que

es de aproximadamente 27 y 73%, respectivamente. La alteración en las proporciones relativas de amilosa y amilopectina modifica el grado de ramificación del almidón lo que origina variaciones en sus propiedades funcionales y por lo tanto en su espectro de usos. El almidón *waxy* está constituido prácticamente por el 100% de amilopectina. El *amilose extender* original tenía 55-60 % de amilosa, llegando por mejoramiento genético a aproximadamente 80%.

Aceite

El aceite es un componente menor del grano de maíz, siendo su concentración de alrededor del 5%. Por selección se consiguió aumentar esa concentración hasta más del 20%. La ventaja de maíces de alto aceite como materia prima para la industria aceitera no está totalmente clara, particularmente en situaciones donde abundan especies oleaginosas que compitan en precio y presenten una calidad nutricional similar. Sin embargo, los maíces con alto contenido de aceite hacen un elevado aporte energético en las dietas animales, y su empleo en bovinos y porcinos evita el agregado de aceite en la ración y permite una mayor eficiencia en el uso de hormonas de crecimiento.

La composición de ácidos grasos determina, en gran medida, la calidad del aceite de maíz. Las distintas proporciones de estos ácidos establecen las propiedades de uso más adecuado del aceite, ya sea en alimentación humana o animal. La relación de ácido oleico a linoleico parece ser de herencia simple y la obtención de tipos con alto así como bajo contenido de oleico es factible.

Carotenoides

Los carotenoides son constituyentes del grano de maíz que determinan aspectos de calidad. Estos son precursores de la vitamina A y las xantofilas imparten un color deseable a la yema del huevo y a la piel de los parrilleros. Los carotenoides funcionan también como antioxidantes. La presencia de provitamina A y otros antioxidantes en el maíz son relevantes porque estos compuestos están asociados con la prevención de enfermedades degenerativas. El con-

tenido de pigmentos carotenoides es en promedio de 25-30 ppm para los maíces colorados flint y de 15-18 ppm en los dentados amarillos. Durante el almacenaje se pierde gran parte del contenido de dichos pigmentos. Maíz almacenado por un año en condiciones de chacra típicas en EE.UU. pierde alrededor del 90% de su actividad provitamínica A. Existen evidencias que sugieren que la velocidad a la que ocurre esta pérdida depende del genotipo.

Tocoferoles

La cantidad y tipo de tocoferoles presentes en el grano de maíz pueden considerarse un factor de calidad ya que ellos poseen actividad provitamínica E y a su vez protegen de la oxidación a las dobles ligaduras de los ácidos grasos insaturados. Por otra parte, hay indicios que estos compuestos intervienen en la prevención de enfermedades degenerativas. La cantidad y na-

turalza de los tocoferoles varía ampliamente entre genotipos.

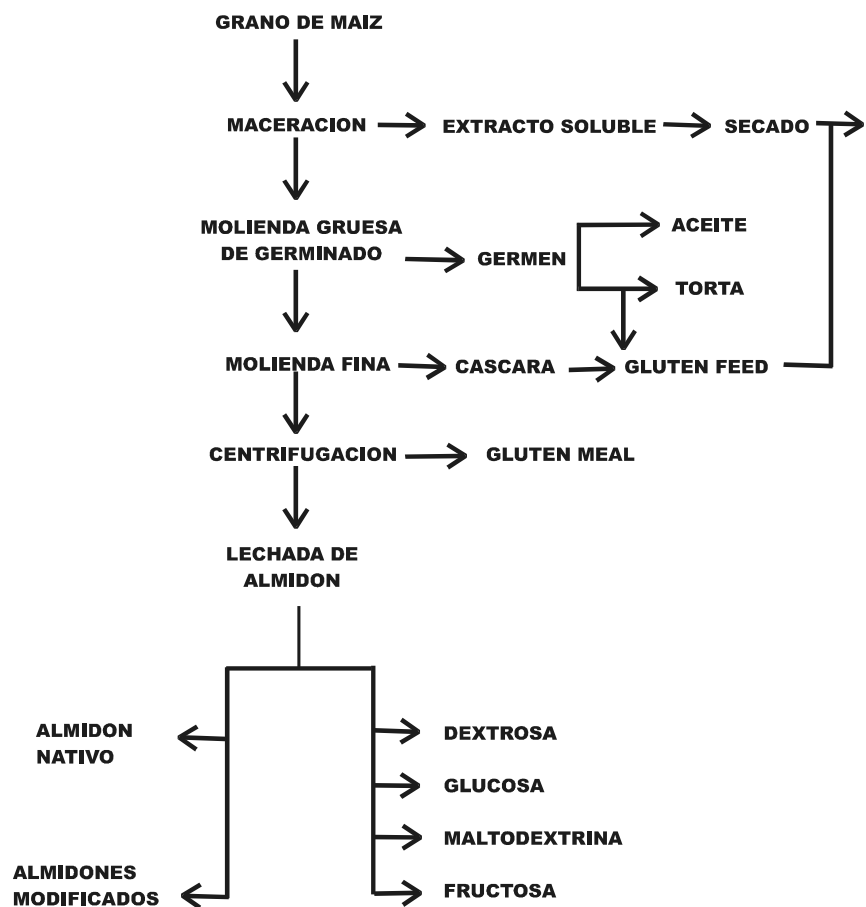
INDUSTRIALIZACIÓN

El maíz constituye la materia prima básica para diversas industrias. La producción de alimentos balanceados es, desde el punto de vista cuantitativo, la más importante. Le siguen la industria de la molienda húmeda y la de la molienda seca, en ese orden.

Alimentos balanceados

El maíz como grano interviene, aproximadamente, en el 50% en las raciones. Además subproductos de ciertas industrias del maíz también intervienen como ingredientes (por ejemplo, corn gluten feed, corn gluten meal, residuos de industrias fermentativas, etc). La calidad requerida por esta industria varía según el tipo de alimento a elaborar. Los fabricantes de alimentos avícolas requieren maíz de tipo colorado por su alto

● Figura 1. Diagrama general del proceso de molienda húmeda.



contenido de pigmentos lo cual evita o reduce el agregado de pigmentos sintéticos.

Molienda húmeda

La molienda húmeda es un proceso altamente sofisticado que por medios físicos y químicos separa los componentes del grano de maíz en una serie de productos útiles. Un diagrama del proceso y los productos obtenidos se observa en la Fig. 1. La calidad requerida no se orienta hacia ningún tipo en particular (“flint”, dentado o semidentado). La exigencia de esta industria se refiere principalmente a la homogeneidad de las partidas en cuanto a textura y a la contaminación por micotoxinas.

PRODUCTOS

Almidones nativos y modificados

El almidón se modifica químicamente para alterar sus propiedades funcionales y así ampliar su campo de aplicaciones. Estas modificaciones son: adelgazamiento ácido, oxidación, “cross-linking”, derivatización, sustitución, entre otras. Por otra parte, existen tipos de maíces mutantes tales como el *waxy* y el *amilose extender* que también modifican las propiedades funcionales del almidón y por ende su espectro de usos. Los almidones nativos y modificados se usan en la industria de papel y cartón, textil, farmacéutica, alimenticia y otras, por su disponibilidad a bajo costo y porque puede ser convertido en una variedad de productos por medios químicos y bioquímicos. El almidón puede convertirse en alcohol combustible por fermentación. Se ha propuesto usar el almidón en la producción de plásticos porque es una fuente renovable y biodegradable.

Fructosa

Desde el punto de vista cuantitativo la fructosa es el producto derivado del almidón de mayor importancia en nuestro país. Se produce como jarabe, a dos niveles de concentración (42 y 55%), por hidrólisis del almidón y posterior conversión enzimática. El jarabe de 55% se usa principalmente en bebidas sin alcohol y aperitivos. El de 42% se emplea en bebidas gaseosas, alcohólicas, jugos, etc. Igualmente en tortas y ga-

lletas, no sólo por su poder edulcorante sino también por sus cualidades como humectante y texturizador.

Otros productos son: jarabe mezcla, glucosa, dextrosa, maltodextrina, etc. todos con diversas aplicaciones, principalmente alimenticias.

COPRODUCTOS

Del germen de maíz se extrae un aceite que es reconocido como uno de los de mejor calidad, superior a la mayoría de los obtenidos de las oleaginosas. Como residuo queda una torta, rica en proteína y otros nutrientes, que se usa en alimentación animal.

El gluten meal está constituido por la fracción proteica que se separa de la lechada de almidón en la centrifugación. Se emplea principalmente en la alimentación de aves. Contiene alrededor de 60% de proteína y la mayor parte de los pigmentos carotenoides del grano original.

El gluten feed se obtiene mezclando la porción fibrosa del grano, las proteínas solubilizadas en la maceración y la torta de extracción del aceite. Contiene un mínimo de 21% de proteína y se usa para alimentación de ganado.

Molienda seca

El grano de maíz está constituido por las siguientes partes principales: pericarpio, germen y endosperma. El proceso de molienda seca (Fig. 2) apunta a una completa separación de estas partes hasta donde sea económicamente factible; produciendo la máxima cantidad de endosperma córneo como trozos discretos; removiendo tanto como sea posible el germen y pericarpio para dar un producto de baja grasa y baja fibra; recuperando la mayor proporción posible de germen como trozos grandes y limpios.

Esta industria prefiere el maíz colorado duro por los mayores rendimientos en “grits” de tamaño adecuado a diferentes aplicaciones (cervecería, snack, extrusión, etc.) y por la coloración anaranjada, preferida para los “grits” destinados a la preparación de polenta.

El diagrama de la Fig. 2 es una sobresimplificación, ya que las separaciones no son

perfectas y las fracciones obtenidas deben ser remolidas, reclasificadas y retamizadas.

CONCLUSIONES Y TENDENCIAS

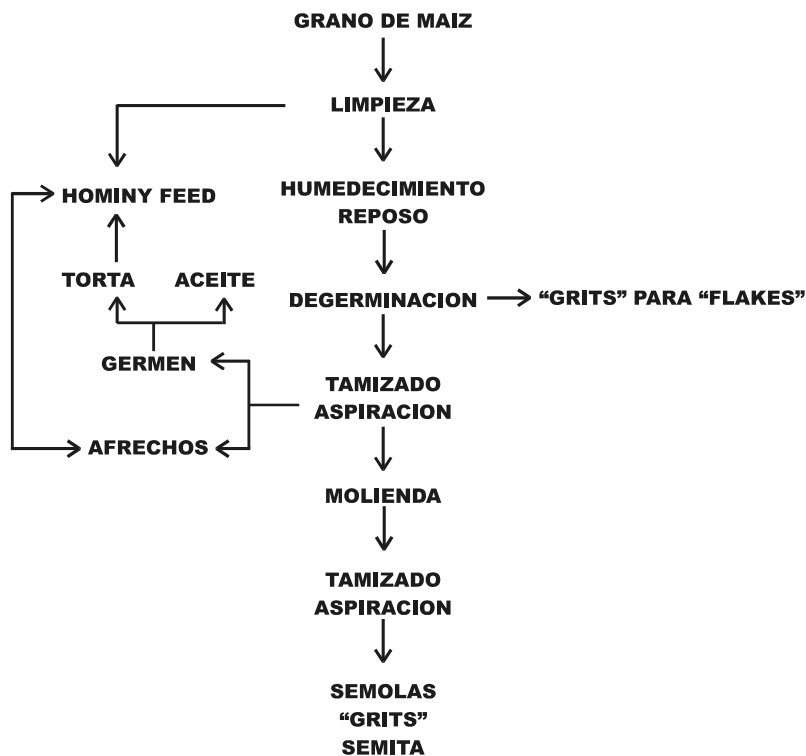
La palabra “calidad” aplicada al maíz es una propiedad multifacética y está determinada por diversos factores. Algunos de estos factores, como el clima y el suelo, son inmodificables. Sin embargo, es posible la modificación en otros tales como el cultivar, las prácticas culturales, así como las de manejo y transporte poscosecha, para conservar o al menos mantener los niveles de calidad del grano.

Actualmente se observa una tendencia hacia la producción de materiales con características de calidad diferenciada para

satisfacer los variados aspectos de la demanda. Estas características están directamente asociadas con el uso final del producto y justifican su comercialización con identidad preservada en contraposición al grueso de la producción que lo hace como “commodity”.

Los progresos en la utilización del maíz dependerán de la nueva información que se produzca (como resultado de las investigaciones conducidas por bioquímicos, fitomejoradores, agrónomos, fisiólogos, tecnólogos de alimentos, ingenieros, etc.) sobre las interrelaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del grano de maíz con el genotipo, el ambiente de cultivo y el manejo pre y poscosecha. ●

● Figura 2. Diagrama general del proceso de molienda seca.



Bibliografía

- CAFAGDA. 1997. Cámara Argentina de Fabricantes de Almidón, Glucosa, Derivados y Afines. Informe de: actividades, situación actual y perspectivas. s. n. t. 30 p.

- CIRILO, A. G. Y ANDRADE, F. H. 1998. Maíz. En: Calidad de Productos Agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Aguirrezábal, L. A. N. y Andrade, F. H., eds. Unidad Integrada Balcarce. p. 76-136.

- SPRAGUE, G. F. Y DUDLEY, J. W. 1988. Corn and Corn Improvement. American Society of America, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

- WATSON, S. A. Y RAMSTAD, P. E. 1987. Corn: Chemistry and Technology. AACC. St. Paul, Minnesota, USA.