

Tendencias de consumo y desarrollo de productos en cereales: arroz y maíz

Elevina E. Pérez Sira

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041-A, Venezuela.

RESUMEN

Los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importante de la humanidad, estando asociados al origen de la civilización y cultura de todos los pueblos. El maíz se asocia al desarrollo de los indígenas de Norte y Centroamérica, mientras que el arroz está ligado a la cultura del lejano oriente. En los últimos años, en Venezuela, se ha incrementado el consumo de ambos cereales, sin embargo, este se limita casi totalmente al arroz de mesa y a la harina de maíz precocida. Ambos cereales presentan variedades o tipos que los hacen muy atractivos para ser explotados y comercializados en nuestro país. Esta ventaja se intensifica, al existir las tecnologías necesarias para su transformación en ingredientes sustanciales para el desarrollo de nuevos productos.

Palabras clave: Consumo, Maíz, Arroz, Cereales, Desarrollo de productos.

Cosumption trends and product development in cereals: rice and corn

ABSTRACT

Cereals are the most important source of nutrients of humanity, being associated with the origin of the civilization and culture of all peoples. Maize is associated with development of the indigenous peoples of North and Central America, while rice is linked to the culture of the Far East. In recent years, in Venezuela, consumption has increased. However, the consumptions of both are limited almost completely for cooked dish in table (rice), and precooked flour (corn). Both cereals have varieties or types that make them very attractive to be exploited by adding value, and be marketed in our country. This advantage escalates; because, the technologies for processing them in substantial ingredients, there exist. Then they can be used for the development of new products.

Key words: Consumption, Corn, Rice, Cereals, Product Development.

*Autor de correspondencia: Elevina Pérez

E-mail: perezee@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importante para la humanidad, estando asociados al origen de la civilización y cultura de todos los pueblos. El maíz asociado a las civilizaciones indígenas de América y el arroz a las civilizaciones del Asia. Ambos rubros son la principal materia prima en la industria de cereales en Venezuela y en general en el mundo.

La siembra de maíz es la principal fuente de ingresos para una gran parte de los habitantes del campo venezolano, donde es un cultivo líder (Mora y Rojas, 2007). Según Segovia y Alfaro, 2009, el proceso de adopción de la tecnología en la siembra de maíz fue lento pero consistente y es en las décadas del 70 y el 80 cuando se percibe el cambio en lo que respecta al uso de las tecnologías y la concentración de la superficie cosechada en los estados llaneros (Guárico, Portuguesa y Barinas); los estados Zulia, Trujillo y Falcón son desplazados como estados productores de maíz. Esta situación se mantiene hasta la fecha actual, adicionándose los estados Yaracuy y Bolívar.

El arroz, con enorme potencial de cultivo en el trópico (INIA, 2004), se desarrolla en Venezuela en torno a dos grandes zonas: la Región Central, en el estado Guárico; y la Región de los Llanos Occidentales, que incluye principalmente los estados Portuguesa y Cojedes. Con menor aporte a la producción nacional, también participan los estados Barinas y Delta Amacuro. En estas regiones, con sus variantes y diferencias particulares, la siembra de arroz se realiza durante el ciclo de lluvias y en la época seca (verano) (INIA, 2004).

En Venezuela, estos dos rubros, se consumen principalmente en forma tradicional (arroz blanco de mesa y harina pre-cocida del maíz blanco semiduro), como es conocido ampliamente existen numerosas variedades potenciales de ambos cereales que no se cultiva en el país, por lo cual se dejan de aprovechar sus distintas bondades agronómicas y nutricionales y adicionalmente sus subproductos derivados. El objetivo de esta compilación es discutir las tendencias de su consumo en el país, su utilización en la industria de alimentos y los posibles desarrollos de productos en base a la utilización integral de estos dos cereales.

Arroz (*Oryza sativa* L.)

Excepto en Canadá, el arroz a nivel mundial es cultivado en todos los países del continente americano. Brasil, Estados Unidos, Colombia, Perú, Argentina, Ecuador y Uruguay son los mayores productores; República Dominicana, Venezuela y Guyana, son otros importantes productores medianos. Los productores pequeños son los países de Centroamérica, Haití, Bolivia, Chile, Paraguay y Surinam (Méndez del Villar, 2010). En Venezuela, según los reportes del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (Correo del Orinoco, 2012), se prevé aumentar la producción de cereales en un 70% por lo que la producción de arroz aumentará en un 49% (1.5 millardos de Ton).

Según Méndez del Villar (2010), el consumo de arroz se ha duplicado en los últimos años, encontrándose que Cuba (72 kg); Costa Rica (53 kg); Panamá (60 kg); Rep. Dominicana (50 kg) Ecuador (47 kg); Haití (47 kg); Perú (45 kg) y Brasil (43 kg) presentan los más altos consumos; es decir, mayores de 35 kg (kg/cap.). Los altos medios: que son consumos entre 20 a 33 kg/cap., se observan en países como Colombia (33 kg); Nicaragua (30 kg); Guyana (23 kg) y Surinam (25 kg). Los consumos catalogados como medios bajos: aproximadamente 20 kg/cap., se destacan en países como en Venezuela (19 kg); Bolivia (20 kg) ; Honduras (18 kg) y entre los países con bajos consumo o menos de 12 kg/cap., se encuentran Chile (12 kg); Uruguay (12kg); Canadá (10 kg); El Salvador (10 kg); Argentina(10 kg); USA (9 kg) ; México (6 kg); Guatemala (5 kg). Pese a este informe en Venezuela, el consumo per cápita se ha incrementado en un 65% desde los años 90, señala Fedegro (El Mundo 2011) que el consumo de arroz en Venezuela aumentó de 12,3 kg/per/año en 1990 a 31,03 kg/per/año en el año 2010.

Utilización del Arroz

El grano de arroz está compuesto básicamente, como todos los cereales, de tres partes: cáscara, endospermo y embrión. En función a esta estructura se tiene la siguiente clasificación: arroz “*paddy*” (con cáscara), arroz cargo, arroz blanco y arroz pulido, también se puede mencionar aquí, el arroz parbolizado.

Los granos de arroz *Paddy* son procesados para eliminar las glumas exteriores del grano, obteniéndose el arroz cargo. Se puede continuar la molienda, quitando el salvado, es decir, el resto de la cáscara y el germen y así producir arroz blanco. Si se usa una pulidora de arroz se obtiene el llamado arroz pulido. El arroz blanco también puede ser enriquecido mediante la adición de nutrientes, especialmente aquellos perdidos durante el proceso de molienda. Por otra parte, el arroz *paddy* adicionalmente puede someterse al proceso de parbolización; en el cual el mismo es sometido a un tratamiento con vapor o “*parboiling*” (cocción parcial). Esto provoca que los nutrientes de la cáscara exterior se muevan al interior del grano. Este proceso causa una gelatinización del almidón, los granos son menos frágiles rindiendo más granos enteros durante su molienda y el color del grano cambia de blanco a amarillo. El arroz así tratado, se seca y luego se muele para utilizarlo como arroz entero. Cabe mencionar que después del procesamiento o beneficio del arroz se derivan varios sub-productos que son potenciales para su uso en el desarrollo de productos.

Los arroces destinados al consumo son clasificados de acuerdo con la biométrica del grano en tres tipos: corto o redondo, medio y largo. Diferentes culturas tienen diferentes preferencias en cuanto a sabor, textura, color y viscosidad de la variedad de arroz que consumen (Rossell *et al.* 2007). Es por ello que existen en el mercado internacional numerosos tipos de arroces; así tenemos, los arroces Basmati, Bamboo, rojo, Arborio y negro, entre otros (Figura 1).

En Venezuela, el arroz es blanco y es consumido como arroz de mesa en su casi totalidad. Sin embargo, en función a los componentes del arroz, este se



Figura 1. Algunos tipos de arroz: *Basmati*, *Bamboo*, *Rojo*, *Arborio*, *Negro* y *Cargo* o integral.

puede aprovechar integralmente. En nuestro país y otras partes del mundo la cáscara se usa en camas de aves de corral, pero hay otras aplicaciones de la misma que se reportan en la bibliografía; por ejemplo, la obtención de sílice (Kalapathy *et al.*, 2000), como coadyuvante en cemento (Silva y Aparecido, 2008; Zain *et al.*, 2011), comprimida para relleno de plástico (Mölder y Trass, 1996), como materia prima para la producción microbiana de lípidos (Economou, *et al.*, 2011) y xylo-oligosacáridos (Yang, *et al.*, 2005). El salvado de arroz estabilizado (Figura 2) (Ramezanzadeh *et al.*, 1999, 2000, Lakkakula *et al.*, 2004, Da Silva *et al.*, 2006, Pourali *et al.*, 2009) se ha usado para la elaboración de alimentos funcionales (Pacheco de Delahaye *et al.*, 2005, Parrado *et al.*, 2006, Faccin *et al.*, 2009, Hu, *et al.*, 2009, Revilla, 2009), también se ha utilizado en el desarrollo de productos para alimentación humana de consumo masivo (Huang *et al.*, 2005, Kaewka *et al.*, 2009) y animal (Oluseyi *et al.*, 2008), así como en la extracción de aceite (Amarasinghe y Gangodavilage 2004, Lakkakula, 2004, Pourali 2009). En el Cuadro 1 y Figura 2, muestran las bondades nutricionales de este subproducto estabilizado.

El arroz partido es otro sub-producto de la molienda que se usa en cervecía como adjunto, y en la extracción de almidón y elaboración de harinas (Thomas y Atwell, 1999, Iturriaga *et al.*, 2004, Fabian *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Composición proximal y químicas de salvado estabilizado

Parámetro (%)	Salvado de arroz estabilizado
Humedad	2,98 ± 0,03
Proteína cruda	13,64 ± 0,26
Ceniza	7,67 ± 0,02
Grasa cruda	14,76 ± 0,32
Carbohidratos	60,95 ± 0,26
Fibra detergente neutra	10,08 ± 0,42
Azúcares reductores	0,84 ± 0,25b
Azúcares no reductores	ND
Ácidos grasos libres	2,89 ± 0,66



Salvado de Arroz Estabilizado

Maíz (*Zea mays*)

La producción nacional de maíz blanco semiduro (85%) y amarillo en (15%) ha mantenido un incremento sostenido desde el año 1999 hasta 2010. De acuerdo con los datos suministrados por el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MAT) en Venezuela, al cierre del año 2010, la producción de maíz blanco llegó a 2.496.207 toneladas, siendo los estados: Portuguesa, Guárico y Barinas los de mayor importancia (Fedeaagro, 2012). Con respecto al maíz amarillo, durante el mismo año, este rubro arrojó una producción de 823.360 toneladas. Para el ciclo de invierno 2010, se observó una producción de 3.834.912 toneladas de maíz blanco semiduro, cifra que garantiza la continuidad de satisfacer la demanda y el consumo de harina pre-cocida requerida en el país y a la vez consolida la reserva estratégica nacional (Fedeaagro, 2012).

En Venezuela, el consumo de maíz ha venido incrementando en los últimos años como harina pre-cocida, como se observa en la Figura 3, alcanzando un valor de 39,8 kg/per/año (Fedeaagro, 2012).

El consumo de aceite de maíz pasó de 1 kg/per/año (en 1990) a 3 kg/per/año (en 2009), con una disponibilidad bruta para consumo humano de 85.005 toneladas para el año 2009 (Fedeaagro, 2012).

Utilización del maíz

Según Watson (1991), citado por Moita *et al.*, 2007, existen cinco clases generales de maíz basadas en las características del grano: maíz dentado o *dent corn*; maíz colorado duro, liso o *flint*; maíz pisingallo (reventador, palomero o pororó) o *popcorn*; maíz harinoso o *flour corn*; y maíz dulce o *sweet corn*. Señala Moita *et al.*, 2007 que el grano de maíz tiene una amplia gama de colores, siendo a menudo blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color

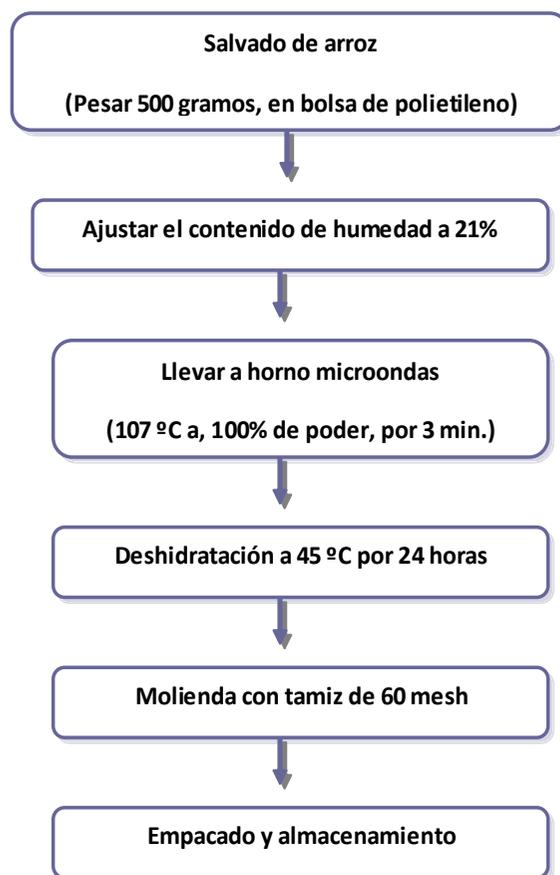


Figura 2. Flujograma del procedimiento de estabilización del salvado de arroz, composición proximal, propiedades químicas del salvado estabilizado y muestra de salvado de arroz.

anaranjado, verde, púrpura, rojo y jaspeado, azul y negro. El maíz morado es muy apreciado por su alto contenido de antocianos (Yang y Zhai, 2010). En Venezuela se produce básicamente maíz blanco semiduro y amarillo como se mencionó anteriormente. En el caso del maíz blanco semiduro, éste se utiliza en la producción de harina pre-cocida en su mayor proporción y el maíz amarillo para consumo animal, fresco y jojoto para la elaboración de los diferentes tipos de cachapa (Segovia y Alfaro, 2009). Además de la harina pre-cocida, harinas tostadas y crudas, y aceite, entre otros productos del maíz, se mencionan las harinas nixtamalizadas, el almidón (nativo y modificado) y el gluten (Moita *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2009).

Al igual que en el arroz las numerosas variedades y tipos de maíces podrían ser aprovechados en el país, entre ellos podemos señalar: El maíz dentado:

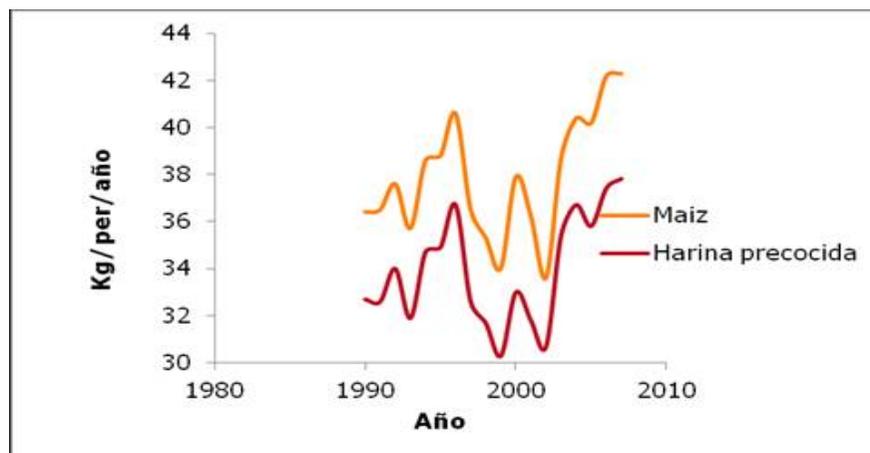


Figura 3. Tendencia del consumo de maíz en Venezuela en 20 años.

Es la clase más cultivada. La semilla tiene una capa de almidón suave que se contrae y forma un dentado en la parte superior de la semilla. El maíz duro (Flint): Se cultiva en Latinoamérica, Asia, África, y Europa. Las semillas son duras y lisas con muy poco almidón suave. El maíz reventón: Es una forma extrema del maíz duro. El maíz dulce: Contiene casi el doble del contenido de azúcar, en comparación con el maíz ordinario, se debe comer en su forma inmadura cuando se ha acumulado sólo un tercio del rendimiento potencial del grano. Asimismo, están los maíces con manejo genético: maíz de alta proteína y alta-lisina que tiene más del doble de contenido de lisina, el cual no ha sido muy aceptado por el consumidor. Amilo-maíz: Este tipo de maíz contiene entre un 70 a 80% de amilosa. Maíz waxy o cerosos con bajo contenido de amilosa. Por otro lado existe una variedad de maíz con alto contenido de aceite; este tipo de maíz contiene un germen más grande que el normal y con un 6 a 7% de aceite. También se han desarrollado plantas de maíz sin lígula e híbridos con multi-mazorca estas plantas son más rendidoras de mazorca por ha. Híbridos con hojas coloreadas que contienen menos lignina, lo cual los hace ideales para ensilados. También se mencionan los maíces con alto contenido de azúcar, que producen granos y el azúcar se concentra en los tallos, mazorcas y hojas, y por último las plantas enanas y cotuferas (Aldrich *et al.*, 1982).

La Figura 4, muestra una tomografía de un grano de maíz donde se visualizan las diferentes componentes del mismo (Cleveland *et al.*, 2008). Al igual que el arroz este cereal puede aprovecharse en sus diferentes componentes. Más aún, otros componentes del grano y la mazorca pueden ser utilizados, no sólo en la industria de alimentos; sino en otras industrias, por ejemplo, la seda del maíz es una hierba tradicional en medicina china, la cual se ha usado para el tratamiento de edemas, cistitis, gota, cálculos renales, nefritis, prostatitis y dolencias similares. Según experimentos realizados por Wang *et al.* (2011), el consumo

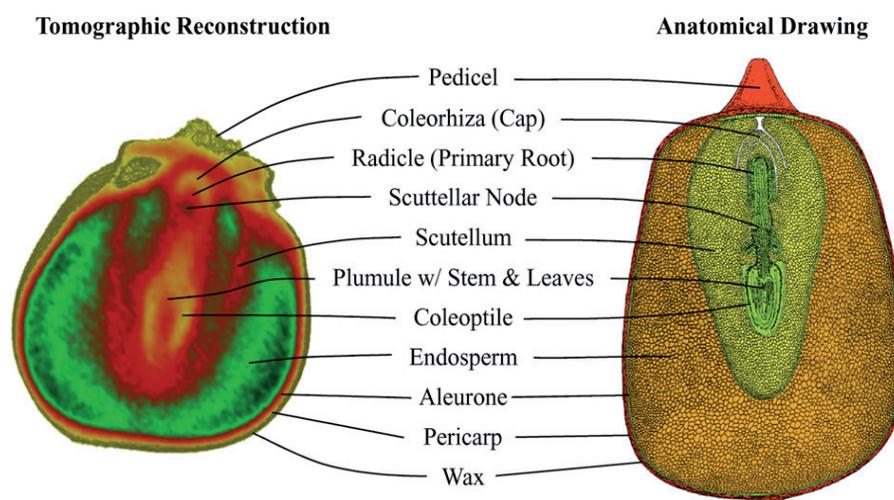


Figura 4. Tomografía de un grano de maíz. Cleveland *et al.*, 2008.

de seda de maíz en un 8.0% durante 90 días no tuvo ningún efecto adverso en ratas. Willis *et al.*, 2009 señalaron que el almidón resistente y el salvado de maíz mostraron mayor impacto de saciedad, que otros tipos de fibra, ya que los resultados indicaron que no todas las fibras influyen de forma igual en la saciedad.

La habilidad de zeína y sus resinas para formar revestimientos a prueba de grasa, brillante e hidrófoba y su resistencia al ataque microbiano han sido de mucho interés comercial. Las aplicaciones potenciales de zeína incluyen el uso en fibra, adhesivo, revestimiento, cerámica, tinta, cosméticos, textiles, goma de mascar y plásticos biodegradables. Estas nuevas aplicaciones de zeína parecen prometedoras, pero requiere el desarrollo de métodos de fabricación de bajo costo (Sukla, 2001).

En la Figura 5 se observa el esquema de molienda húmeda del maíz para la obtención de sus numerosos productos, un esquema similar con algunas modificaciones se aplica para la obtención de almidón de arroz. Para el caso del arroz no se obtiene gluten, pero sí los otros productos.

Usos de arroz y maíz en el desarrollo de productos

Con la molienda húmeda del maíz y arroz y la elaboración de harinas precocidas (Figura 6) se obtienen numerosos productos que son ingredientes para el desarrollo de alimentos. La harina de arroz ha encontrado una buena aplicación en la sustitución parcial o total del trigo en la elaboración de bizcochos, tortas, pasteles, pan y pastas (Rossell *et al.*, 2007). Se puede también mencionar, elaboración de películas y micro-capsulas, con almidones modificados, de ambos rubros; pastas y base para pizzas para consumidores celíacos, elaborados a base

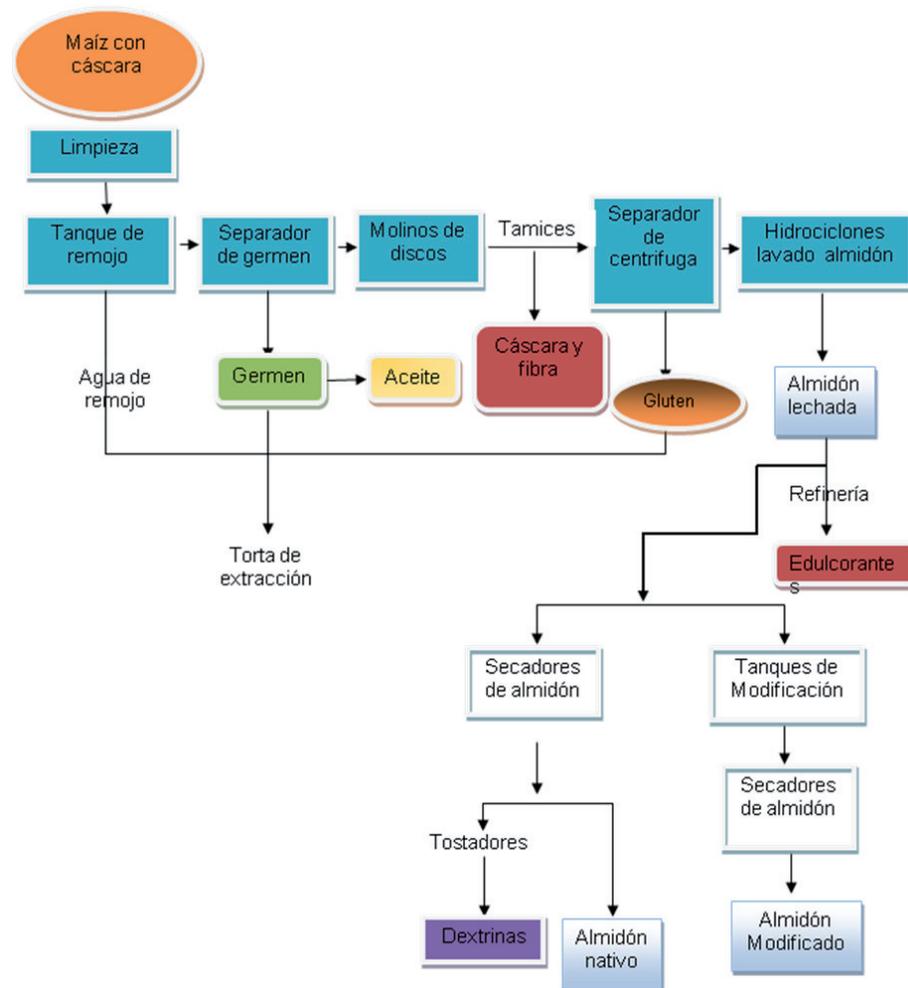


Figura 5. Molienda húmeda del maíz para la obtención de sus numerosos productos. (Biliaderis, 1992).

de harinas nativas y modificadas por tratamiento térmico; elaboración de productos horneados; ponqués usando el salvado estabilizado. Igualmente, se han desarrollado alimentos, para niños fenilcetonúricos, a base de arroz.

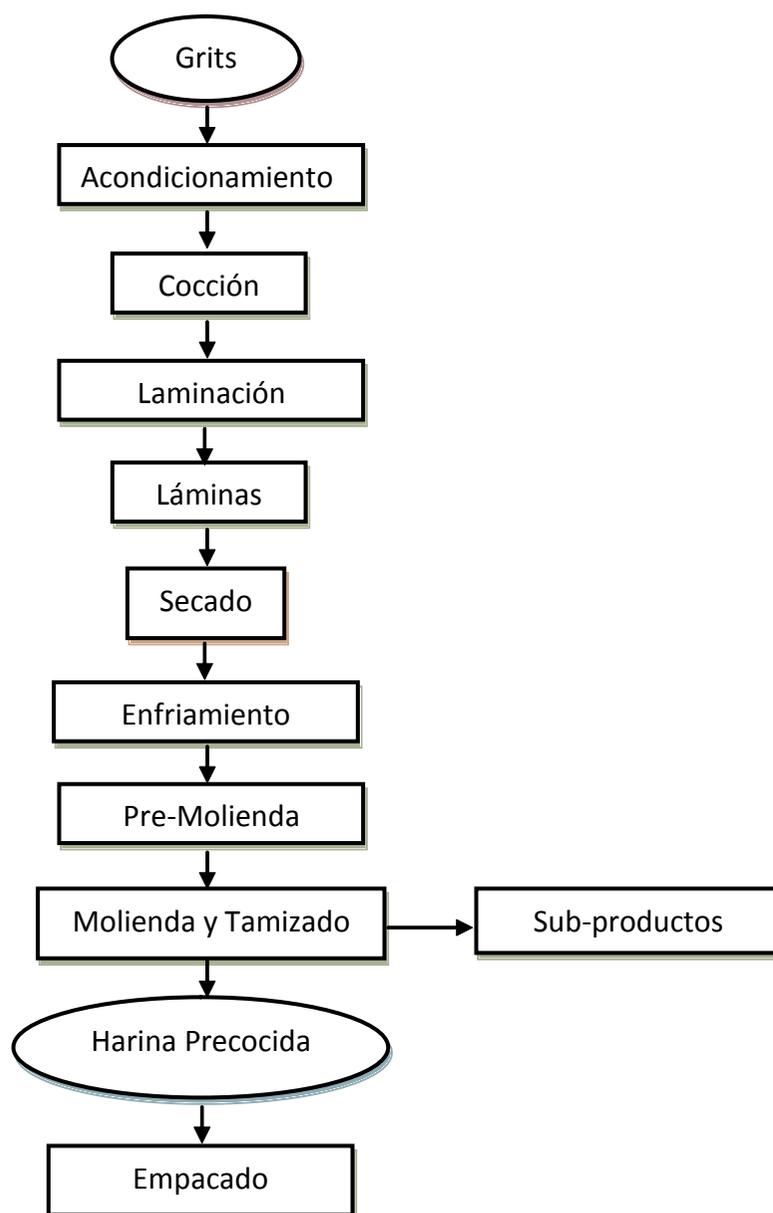


Figura 6. Proceso de elaboración de la harina de maíz precocida. Cuevas *et al.* (1985) y comunicación personal con empresas venezolanas productoras de harinas precocidas, (2008).

CONCLUSIONES

De esta revisión se concluye que en Venezuela existen tendencias al incremento de la producción y consumo de arroz y maíz, no obstante su consumo básicamente es como arroz de mesa, harina de maíz pre-cocida y aceite de maíz. Sin embargo, estos cereales tienen un alto potencial para ser explotados integralmente, usando sus diferentes subproductos. Por otro lado, el cultivo en el país de otros tipos o variedades de estos cereales incrementaría la disponibilidad y versatilidad en sus usos.

REFERENCIAS

- Aldrich, S.R.; W.O. Scott; E.R. Leng. 1982. Hybrid Selection. In: *Modern Corn Production*. 2da Ed. USA. pp. 45-50.
- Amarasinghe, B.M.W.P.K.; N.C. Gangodavilage. 2004. Rice bran extraction in Sri Lanka: data for process equipment design. *Food and Bioproducts Processing* 82:54-59
- Biliaderis, C.G. 1992. Physicochemical and functional aspects of starch and its derivatives. Short course. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad, Irapuato, México.
- Cleveland, I.V.T.E.; D.S. Hussey; Z.Y. Chen; D.L. Jacobson; R.L. Brown; C. Carter-Wientjes; T.E. Cleveland; M. Arif. 2008. The use of neutron tomography for the structural analysis of corn kernels. *Journal of Cereal Science* 48: 517-525.
- Correo del Orinoco. 2012 <http://www.correodelorinoco.gob.ve/nacionales/estado-venezolano-preve-aumentar-produccion-cereales-70/> (19 de Febrero 2012).
- Cuevas, R.; E. Figueira; E. Racca. 1985. The technology for industrial production of precooked corn flour in Venezuela. *Cereal Foods World* 30: 707-712.
- Da Silva, M.A.; C. Sanches; E.R. Amante. 2006. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. *Journal of Food Engineering* 75: 487-491.
- Economou, C.N.; G. Aggelis; S. Pavlou; D.V. Vayenas. 2011. Single cell oil production from rice hulls hydrolysate. *Bioresource Technology* 102:9737-9742.
- El Mundo, 2011. [http://www.entornointeligente.com/articulo/1178389/VENEZUELA-Polar-reduce-a-40-su-produccion-de-aceite-de-maiz\(Fedeagro,2011\)http://www.Fedeagro.org/produccion/Rubros.asp](http://www.entornointeligente.com/articulo/1178389/VENEZUELA-Polar-reduce-a-40-su-produccion-de-aceite-de-maiz(Fedeagro,2011)http://www.Fedeagro.org/produccion/Rubros.asp)
- Fabian, C.; A. Ayucitra; S. Ismadji; Y.H. Ju . 2011. Isolation and characterization of starch from defatted rice bran. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 42:86-91.
- Faccin, G.L.; L.A. Miotto; L.N. Vieira; P.L.M. Barreto; E.R. Amante. 2009. Chemical, Sensorial and Rheological Properties of a New Organic Rice bran Beverage. *Rice Science* 16: 226-234.

- Fedeagro, 2012. En: <http://www.Fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>
- Hu G.; S. Huang; S. Cao; Z. Ma. 2009. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chemistry* 115:839-842.
- Huang, S.C.; C.Y. Shiau; T.E. Liu; C.L. Chu; D.F. Hwang. 2005. Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. *Meat Science* 70:613-619.
- INIA. 2004. El cultivo del arroz en Venezuela. INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Serie Manuales de Cultivos INIA N° 1. Maracay estado Aragua, Compilador: Páez O, Editor: Romero A.
- Iturriaga, L.; B. Lopez; M. Añon. 2004. Thermal and physicochemical characterization of seven argentine rice flours and starches. *Food Research International* 37: 439-447.
- Kaewka, K.; C. Herakulkait; T. Keith; R. Cadwallader. 2009. Effect of preparation conditions on composition and sensory aroma characteristics of acid hydrolyzed rice bran protein concentrate. *J. of Cereal Scien.* 50:56-60.
- Kalapathy, U.; A. Proctor; J. Shultz. 2000. A simple method for production of pure silica from rice hull ash. *Bioresource Technology* 73: 257-262.
- Lakkakula, N.R.; M. Lima; T. Walker. 2004. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource Technology* 92: 157-161.
- Méndez, del Villar P. 2010 XI Conferencia Internacional de Arroz Para América Latina y el Caribe, Cirad, Cali- Colombia, 21-24 de Septiembre 2010.
- Moita Brites, C.; M. Haros; M. João Trigo; R. Pedroza Islas. 2007. Maíz . *In: de tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica.* Ed.(s) Alberto Edel León y Cristina Rosell. Córdoba Argentina. pp. 73-122.
- Mölder, T.; O. Trass. 1996, Grinding of waste paper and rice hulls with the Szego Mill for use as plastics fillers. *International Journal of Mineral Processing* 44-45: 583-595.
- Mora, E.M.; J. Rojas López. 2007. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005)¹. *Agroalimentaria* 25:33-44.
- Oluseyi, O. Oduguwa, Mojisola O. Edema, Ayodeji O. Ayeni 2008. Physico-chemical and microbiological analyses of fermented corn cob, rice bran and cowpea husk for use in composite rabbit feed. *Bioresource Technology* 99:1816-1820.
- Pacheco de Delahaye E.; P. Jiménez; E. Pérez. 2005. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. *Journal of Food Engineering* 68:1-7.

- Parrado, J.; E. Miramontes; M. Jover; J.F. Gutierrez; L. Collantes de Terán; J. Bautista. 2006. Preparation of a rice enzymatic extract with potential use as functional food. *Food Chemistry* 98: 742-748.
- Pérez Sira, E.; L. Sívoli; R. Guzmán. 2009. Procesos de obtención de harina de maíz no-nixtamalizada y sus usos. En: Eds. Ribotta P, Tadini C. Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados. Editorial Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Pourali, O.; F. Salak Asghari; H. Yoshida. 2009. Simultaneous rice bran oil stabilization and extraction using sub-critical water medium. *Journal of Food Engineering* 95:510-516.
- Ramezanzadeh, F.; R. Rao; W. Prinyawiwatkul; W. Marshall; M. Windhauser. 2000. Effects of microwave heat, packaging and storage temperature on fatty acids and proximate compositions in rice bran. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 48: 464-467.
- Ramezanzadeh, F.; R. Rao; M. Windhauser; W. Prinyawiwatkul; R. Tulley; W. Marshall. 1999. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran during storage. *J. of Agri. and Food Chem.* 47: 3050-3052.
- Revilla, E.; C. Santa Maria; E. Miramontes; J. Bautista; A. García-Martínez. O. Cremades; R. Cert; J. Parrado. 2009. Nutraceutical composition, antioxidant activity and hypocholesterolemic effect of a water-soluble enzymatic extract from rice bran. *Food Research International* 42:387-393.
- Rosell, C.M.; C. Moita Brites; E. Pérez; M. Gularte Arroz. 2007. *In: de tales harinas tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica.* Ef(s) Alberto Edel León y Cristina Rosell. Córdoba Argentina. pp. 23-160.
- Segovia, V.F.; Y.J. Alfaro. 2009. Trabajo Especial. El maíz: Un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. *Agronomía Trop.* 59: 237-247.
- Silva Romano J.; F. Aparecido Rodrigues. 2008. Cements obtained from rice hull: Encapsulation of heavy metals. *Journal of Hazardous Materials* 154, 1:1075-1080.
- Sukla, R. 2001. Zein: the industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products* 13: 171-192.
- Thomas, D.J.; W.A. Atwell. 1999. Starch structure. In: *Starches. Practical guide for the food industry.* Eagan Press Handbook Series. St. Paul. Mn. USA. pp. 1-12.
- Wang, C.; T. Zhang; J. Liu; S. Lu; C. Zhang; E. Wang; Z. Wang; Y. Zhang. 2011. Subchronic toxicity study of corn silk with rats. *Journal of Ethnopharmacology* 137: 36-43.

- Willis, H.J.; A.L. Eldridge; J. Beiseigel; W. Thomas; J.L. Slavin. 2009. Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects. *Nutrition Research* 29:100-105.
- Yang, R.; S. Xu; Z. Wang; W. Yang. 2005. Aqueous extraction of corn cob xylan and production of xylooligosaccharides. *LWT Food Science and Technology* 38: 677-682.
- Yang, Z.; W. Zhai. 2010. Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins from purple corn (*Zea mays* L.) cob and identification with HPLC-MS. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 11:470-476.
- Zain, M.F.M.; M.N. Islam; F. Mahmud; M. Jamil. 2011. Production of rice husk ash for use in concrete as a supplementary cementitious material. *Construction and Building Materials* 25:798-805.