

## Obtención de jarabe a partir del almidón del maíz morado *Zea maydis L.* Obtaining syrup from purple corn starch *Zea maydis L.*

Ana Lancho Ruíz<sup>1</sup>

### Resumen

El maíz morado *Zea maydis L.*, es un cereal nativo del Perú, que es apreciado por su contenido de antocianinas en la coronta. Sin embargo, los granos tienen un contenido de almidón del 16,09%.

En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, y en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se extrajo el almidón y evaluó la hidrólisis química, también la hidrólisis enzimática; con ácido clorhídrico al 1% y alfa amilasa al 1%, y a 65 °C y 90 °C; en suspensiones de almidón de maíz morado *Zea maydis L.* al 30%. Se logró un mejor resultado, en la hidrólisis enzimática incorporando una pre gelificación del almidón antes de incorporar la enzima alfa amilasa, obteniendo una hidrólisis del almidón nativo hasta en 24.5% de azúcares solubles para constituir un jarabe a partir del almidón del maíz morado *Zea maydis L.* de superior calidad.

**Palabras clave:** Almidón, hidrólisis, amilasas, azúcares.

### Abstract

The purple corn called *Zea maydis L.* is a native cereal from Peru, this cereal is appreciated by their anthocyanin content of the coronta. Nevertheless, the corn kernels of this cereal have a starch content of 16,09% (Lancho,2009).

In the laboratories of the Faculty of Fisheries and Food Engineering of the Universidad Nacional del Callao, and the School of Biological Sciences, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, starch was extracted from the corn kernels, and the chemical hydrolysis was evaluated. Also, enzymatic hydrolysis was evaluated too, with hydrochloric acid to the 1%, alpha amylase to the 1% and with a temperature of 65°C and 90°C, in the suspensions starch purple corn *Zea maydis L.* to the 30%. A better result was achieved in the enzymatic hydrolysis, when pre starch gelation was incorporated, before the alpha amylase enzyme was incorporated, It generated a native starch hydrolysis up 24,5% of soluble sugar to construct a superior quality syrup from the starch of the purple corn *Zea maydis L.*

**Key words:** starch, hydrolysis, amylases, sugar.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Av. Juan Pablo II 306-308, Callao, Perú.

## INTRODUCCIÓN

El maíz morado *Zea maydis L.*; es una variedad genética del maíz peruano, que tiene el epispermo de las semillas (granos) y la tusa o coronta un color morado, que se destina a nivel nacional para producir la bebida refrescante denominada “Chicha morada”, y también se aprovechan sus “antocianinas”, pigmentos pertenecientes al grupo de flavonoides, de propiedades antioxidantes y anticancerígenas que se encuentran principalmente en las corontas.

El contenido de almidón que tienen los granos de este cereal, es de 16,09 %, (Lancho, 2009), sin embargo, este carbohidrato natural, no es aprovechado industrialmente, si consideramos que la demanda de glucosa es creciente para emplearse como insumo en la industria. Se efectuó la hidrólisis química y enzimática del polímero, para conseguir el jarabe de esta variedad de maíz, para darle un valor agregado. Se planteó encontrar el tiempo, la temperatura de cocción del almidón, la concentración de ácido clorhídrico y el porcentaje de amilasa para una hidrólisis adecuada. La finalidad principal de estudiar la temperatura, tiempo de cocción, concentración de ácido clorhídrico y de alfa amilasa para la hidrólisis del almidón de maíz morado *Zea maydis L.* fue determinar la calidad del jarabe mediante la cantidad de glucosa y azúcares solubles.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Población de la investigación:** Maíz morado *Zea maydis L.* acopiado en el puesto del Pabellón de Frutas y Verduras, ubicado en la Minka, Callao acopio semanal aproximado de 250 Kilos de maíz morado *Zea maydis L.*

**Muestra:** 18 Kilos de maíz morado *Zea maydis L.* Para la elaboración de jarabes se tomó una sub muestra de 200 gramos de almidón seco, extraído de una muestra de maíz morado procedente de Canta en el mercado la MINKA-Callao (La población arriba indicada).

Técnicas estadísticas: Estadística descriptiva e implica medidas de tendencia central: promedios, desviación estándar, intervalos para la media al 95 % de confianza.

**Etapa 1:** En esta etapa se efectuó la preparación del jarabe empleando el almidón de maíz morado *Zea maydis L.* mediante el método de hidrólisis enzimática y química. Determinándose la temperatura y el tiempo de cocción del almidón de maíz morado *Zea maydis L.* para obtener un jarabe, así como la concentración de ácido clorhídrico para la hidrólisis del almidón de maíz morado *Zea maydis L.*

Se trabajó con almidón seco de maíz morado, extraído por el método de molienda húmeda, y posteriormente secado a 50 °C, hasta peso constante.

Se preparó los jarabes en base a la hidrólisis del almidón de la fuente natural en estudio. A diferentes temperaturas, empleando la hidrólisis con HCl 1% y á amilasa al 1%.

**Etapa 2:** Se determinó los azúcares solubles, por el método refractométrico; y los azúcares reductores en los jarabes por el método de Fehling (gravimétrico).

**Instrumentos de medición:** Fotocolorímetro, estufa, incubadora, balanza analítica, potenciómetro, refractómetro, y espectrofotómetro.

## RESULTADOS

**Etapa 1:** Inicialmente se trabajó con almidón seco de maíz morado *Zea maydis L.*, extraído por el método de molienda húmeda, y colocado en estufa a 50 °C, hasta peso constante. Con una humedad inferior a 11%, de la molienda húmeda, filtración, y secado. Conservando el almidón a una temperatura de 12 °C.

En la preparación del jarabe, se obtuvo un hidrolizado de almidón rico en glucosa para uso de la industria alimentaria. A la temperatura y el tiempo de cocción del almidón para obtener un jarabe con un contenido significativo de azúcares solubles.

Se trabajó a un tiempo de cocción menor a ocho horas a 90° C y con las concentraciones de 1% de ácido clorhídrico y 1% de á-amilasa por litro de almidón al 30%, para la obtención del jarabe glucosado. En la hidrolisis con HCl al 1%, presentó la degradación del producto. Tal como se indica:

**Tabla 1.** Porcentaje de glucosa hidrolisis a 65 °C y 30 % de almidón maíz morado.

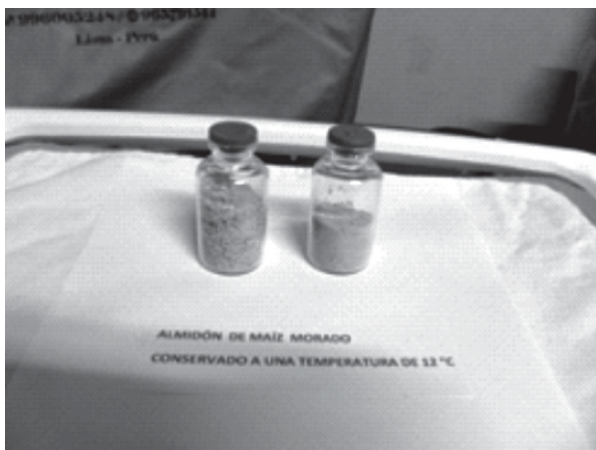
Tiempo en minutos	% de glucosa al 1% de Alfa Amilasa	% de glucosa al 1% de HCl
70	3,5	3.4
100	3,2	3.8
130	4,0	4.7

**Tabla 2.** Azúcares solubles (%) en hidrolisis a 65 °C y 30 % de almidón maíz morado.

Tiempo en minutos	% de azúcares solubles al 1% de Alfa Amilasa	% de azúcares solubles al 1% de HCl
70	15	No detectable
100	15	No detectable
130	17	No detectable

**Tabla 3.** Glucosa (%) hidrolisis a 90 °C y 30 % de almidón maíz morado.

Tiempo en minutos	% de glucosa al 1% de Alfa Amilasa	% de glucosa al 1% de HCl
30	4,8	4,3
60	3,9	4,7

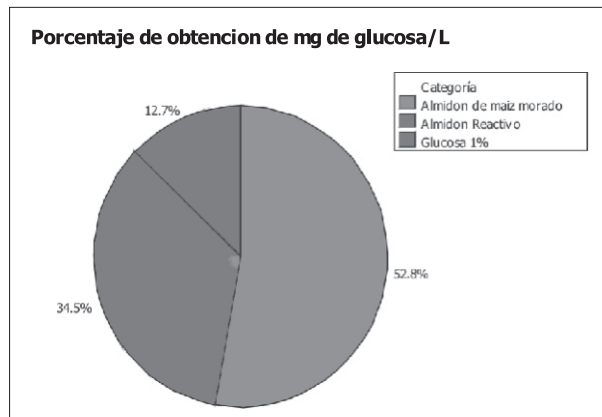


**Figura 1.** Almidón de maíz morado para la hidrolisis con HCL y alfa amilasa

**Etapa 2:** La calidad del jarabe de almidón del maíz morado *Zea maydis L.* se estudia obteniendo los gramos de glucosa. Se efectuó las pruebas de la degradación del almidón con el ácido clorhídrico. Para el almidón de maíz morado se trabajó a 0,36% de HCl a una temperatura de 90 °C. y para el almidón reactivo a 0,067% de Ácido Clorhídrico. Siendo diferente para el almidón reactivo y almidón del maíz morado tal como se indica:

**Tabla 4.** Hidrolisis con ácido clorhídrico en almidón de maíz morado y reactivo.

Fuente de jarabe	% de almidón	%HCl	°Brix promedio	mg glucosa/L
Almidón de maíz morado	1	0,36	1,5	3,28
Almidón reactivo	2	0,07	1,2	2,14
Glucosa 1%	0	0,00	1,0	0,79



**Figura 2.** Obtención de glucosa %. Fuente: elaboración propia.

Se determinó los azúcares reductores en los jarabes por el método de Fehling (gravimétrico), cuantificando el % de glucosa obtenido y azúcares solubles. Tal como se indica:

**Tabla 5.** Azúcares solubles (%) en hidrolisis a 90 °C y 30 % de almidón maíz morado.

Tiempo en minutos	% de azúcares solubles al 1% en alfa amilasa	% de azúcares solubles al 1% de HCl
30	20	14
60	20	6

**Tabla 6.** Azúcares solubles (%) en hidrolisis a 60 °C y 15 % de almidón con 3% de alfa amilasa.

Almidón al 15%	50 minutos	65 minutos	90 minutos
Almidón de maíz morado	22% AS	23% AS	24% AS
Maicena	19% AS	19% AS	20% AS

**Tabla 7.** Azúcares solubles (%) en hidrolisis a 38 °C y 15 % de almidón maíz morado y almidón reactivo con 4% de alfa amilasa por 48 horas.

Almidón al 15%	% AS
Almidón de maíz morado	9,2
Almidón reactivo	4,9



**Gráfica 1.** Azúcares solubles en hidrolisis a 38 °C y 15% de almidón maíz morado y almidón reactivo con 4% de alfa amilasa por 48 horas.



**Figura 3.** Enzima alfa amilasa proporcionada por GRANOTEC



**Figura 4.** Muestras de jarabe de almidón de maíz morado para determinar % azúcares y pH.



**Figura 5.** Muestras de jarabe de almidón de maíz morado.

## DISCUSIÓN

Se efectuó varios estudios, debido a la variación de los indicadores, de esta investigación debida en gran parte a las condiciones de los materiales de trabajo muestral por ser productos naturales en condiciones de mercado, equipos en los laboratorios, asimismo, el traslado de las muestras a los laboratorios de la UNMSM. También hay variación del almidón por ser una fuente natural en la que hay poca referencia de la evaluación del carbohidrato, a razón que esta variedad de maíz es aprovechada y valorada por las propiedades nutriceúcticas de las antocianinas, presente en la coronta principalmente.

Se trabajó a un tiempo de cocción menor a ocho horas a 90° C y con las concentraciones de 1% de ácido clorhídrico y 1% de á-amilasa por litro de almidón al 30%, jarabe glucosado de calidad. Pero falta estandarizar la metodología a una concentración menor de Ácido Clorhídrico, si es que el producto de la hidrólisis del almidón se

considerará para la producción de etanol. Sin embargo, la hidrólisis con alfa amilasa, resultó con 24% de azúcares solubles, a una concentración de almidón de maíz morado del 15%, y a una temperatura de 60 °C.

Tal como menciona, el jarabe de maíz alto en fructosa es elaborado a partir de almidón de maíz, el cual es hidrolizado enzimáticamente hasta obtener moléculas de glucosa libre, que son posteriormente convertidas en moléculas de fructosa por medio de la enzima glucosa isomerasa. El jarabe de maíz alto en fructosa se clasifica de acuerdo con el contenido de fructosa en la mezcla (42%, 55% ó 100%). Es una alternativa la obtención de azúcares solubles y glucosa, a partir del maíz morado. Pero la aplicación en la industria se debe enfocar a el uso de la glucosa, por ello desde un inicio del proyecto se planteó obtener un jarabe glucosado, y para aplicarlo en la conversión de glucosa a fructosa para consumo humano para consumo diario, debe prevenirse al consumidor de los riesgos del consumo intensivo de este azúcar, a razón de la obesidad y los problemas cardiovasculares que atentan con la salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adex. (23 de junio de 2015). La exportación de maíz creció 30% en enero, recuperado de: (<http://gestion.pe/noticia/259530/exportacion-maiz-crecio-30-enero>, Ed.) GESTIÓN, el diario de Economía y negocios del Perú, págs. 17-22.

Areizaga, J., Cortázar, M., & Elorza, J. y. (2002). POLÍMEROS. Madrid: Editorial Síntesis. .

Areizaga, J.; Cortázar, M.M.; Elorza, J.M. Y Iruin, J.J. (2002). POLÍMEROS ( Primera Edición ed.). Madrid: Editorial Síntesis.

Badui Dergal, S. (2006). Química de los Alimentos. México: Pearson. 4 Ed..

Belitz H.D., G. (2009). Química de los Alimentos. Zaragoza (España): Editorial Acribia, S.A.

Blanco de Alvarado-Ortiz, T. (2011). Alimentación y nutrición. Fundamentos y nuevos criterios. . Lima - Perú: Universidad de Ciencias Aplicadas.

Bravo Martínez, F. (2013). El manejo higiénico de los alimentos. México: Editorial Limusa.

Carhuapoma Yance M. Y López Guerra S. (2008). Maíz morado - moléculas bioactivas antioxidantes y anticancerígenas. Lima - Perú: Centro de Producción Editorial e Imprenta de la UNMSM.

Carhuapoma Yance, M. y López Guerra, S. (2008). Maíz Morado: Moléculas bioactivas antioxidantes y anticancerígenas. Lima, Peru: Centro de Producción, Editorial Imprenta de la UNMSM.

Charley, H. (1995). Tecnología de alimentos. México: Limusa.

Colina Irezabal, M. (2010). Deshidratación de alimentos. México: Editorial Trillas.

Crueger, W. Y Crueger, A. (1993). Biotecnología manual de microbiología industrial. Zaragoza - España: Editorial Acribia, S.A.

Cultural. (2004). Nueva Enciclopedia Interactiva Estudiantil - Siglo XXI. Madrid - España: CULTURAL, S.A.

Duran, E. (1996). Envejecimiento del pan. efectos de los constituyentes panarios y sus interacciones sobre las modificaciones del pan durante el almacenamiento. Valencia.

- Fennema, O. (1993). *Química de los Alimentos*. Zaragoza - España: Editorial ACRIBIA, S.A.
- Geankoplis, C. (2009). *Procesos de transporte y principios de proceso de separación (Cuarta Edición ed.)*. México: Grupo Editorial Patria.
- Grosso, A. (1964). *Técnica de elaboración moderna de confituras*. Buenos Aires: Refinerías del maíz S.A.I.C.
- Jeanter R., C. T. (2007). *Ciencia de los Alimentos - Volumen 2*. Zaragoza (España): Editorial Acribia S.A.
- Jeanter R., Croguennec T., Schuck P. Y Brule G. (2006). *Ciencia de los Alimentos. Estabilización biológica y fisicoquímica. Volumen 1*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Lancho, A. C. (2009). *Extracción y caracterización fisicoquímica del almidón del maíz morado Zea Maydis L.* Universidad Nacional del Callao, Lima. Callao: CDTTE.
- Lancho, A. C. (2009). *Extracción y caracterización fisicoquímica del almidón del maíz morado Zea Maydis L.* Lima: Universidad Nacional del Callao.
- Linden, G. Y. (1994). *Bioquímica agroindustrial*. Zaragoza: España: Editorial Acribia, S.A.
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú (Segunda ed.)*. Lima, Perú: Concytec.
- Mayolo, S. A. (1981). *Nutrición del antiguo Perú*. Lima - Perú: Banco Central de Reserva del Perú.
- Meléndez, M. Y.-f. (1988). *Obtención de alcohol etílico a partir de maíz amiláceo por sacarificación enzimática – fúngica. Tesis para optar el título de ingeniero químico*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química.
- Moos, V. (21 de Febrero de 2013). *Cáncer*. Vg. Recuperado el 16 de Abril de 2013, de <http://cancer.vg/es/maiz-morado#sthash.r5j0hfFm.dpuf>
- Nelson, D., & Cox, M. (2001). *Lehninger principios de bioquímica*. Barcelona: Ediciones OMEGA. Tercera edición.
- Nielsen, S. (2003). *Análisis de los alimentos. (Segunda ed.)*. Zaragoza: España: Editorial Acribia, S.A.
- Perez, Y. (10 de noviembre de 2014). <https://eldietista.es/articulos/nutricion/almidon-resistente.php>.
- Pokorny J., Y. N. (2005). *ANTIOXIDANTES EN LOS ALIMENTOS*. Zaragoza: Editorial Acribia. Segunda edición.
- Potter, N. (1973). *La ciencia de los alimentos*. México: EDUTEX, S.A.
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Zaragoza (España): Editorial Acribia S.A.
- Rubinson, J. F Y RUBINSON K.A. (2000). *Química analítica contemporánea*. México, Perú y otros: Pearson Educación.
- Sabatier, J. (07 de abril de 2005.). *Curso Internacional: Biopolímeros : aplicaciones industriales y medico-farmacéuticas. Biopolímeros: aplicaciones industriales y medico-farmacéuticas*. Lima, Peru: Facultad de Química e Ingeniería Química. UNMSM.
- Stryer L., Berg J.M. Y Tymoczko J.L. (2013). *Bioquímica*. Barcelona: Editorial Reverte.

Unison. (2012). Nuevas tendencias en ciencia y tecnología de alimentos - Tópicos selectos. México: Editorial Trillas.

Urbina, O. y Ramos, R. (1987). Primer seminario internacional de tecnología confitera. Lima - Perú: Golosinas Peruanas S.A.

Wheat Flour Institute. (1964). Chicago- Illinois.

Correo electrónico: [alancho@unac.pe](mailto:alancho@unac.pe)