



# Facultad de Ingeniería

## Departamento Académico de Agroindustria

# ESTUDIO DEL MAIZ MORADO (*Zea mays (L.) var. subnigroviolaceo*), COMO ALIMENTO FUNCIONAL

PIC. FF-II. 04 - 2011

Dra. Luz Maria Paucar Menacho (Responsable)

M.S. Augusto Castillo Calderón

Nutri. Elva Velasquez Carrasco



# INTRODUCCION

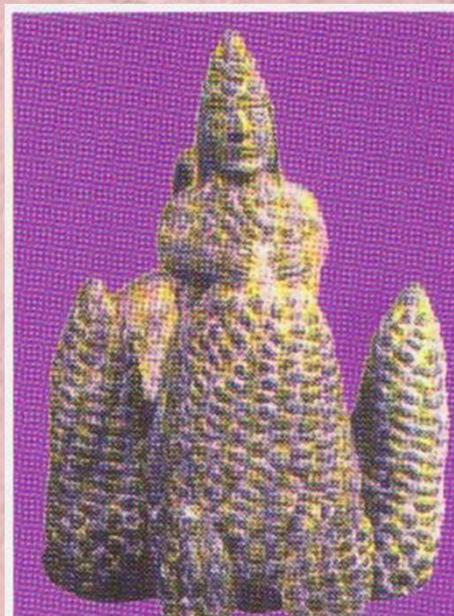
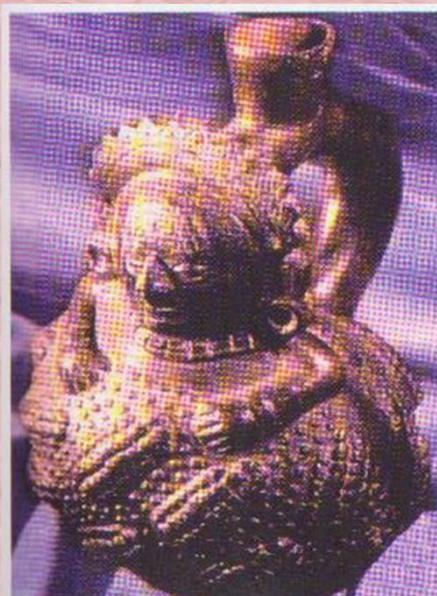


Figura 1. Muestras Arqueológicas prehispánicas del Perú donde se resalta la presencia del maíz morado (Cerámicas Mochica y Chimú).



# INTRODUCCION

El maíz morado es una variedad genética de maíz peruano, originario del Perú, que tiene el epispermo de las semillas (granos) y la tusa (coronta) de un color morado, por las características tan especiales de los pigmentos que posee (entre 1.5 – 6.0%), llamados antocianinas, que pertenecen al grupo de flavonoides, los cuales se constituyen en poderosos antioxidantes naturales y anticancerígenos, con beneficios cada vez más investigados en el mundo.



# INDICACION E IMPORTANCIA

- “ El Perú es el único país con sembríos comerciales de maíz morado
- “ El maíz morado contiene un antioxidante natural que retarda el envejecimiento celular, principalmente por los mecanismos de acción de la cianidina-3- $\beta$ -glucósido, pelargonidina-3- $\beta$ -glucósido, peonidina-3- $\beta$ -glucósido, ácidos fenólicos, quercetina y hesperidina.
- “ Muchas investigaciones validan sus propiedades farmacológicas, ya que contrarrestan los efectos nocivos de los radicales libres, evitando el estrés oxidativo y la carcinogénesis, como el cáncer al intestino grueso y al estómago.
- “ Estos pigmentos son antihipertensivos, hipoglicemiantes, disminuyen la permeabilidad capilar, aumentando su resistencia; también incrementan la salud cardíaca, mejorando la circulación sanguínea al controlar el colesterol y proteger al corazón.
- “ El maíz morado es considerado un alimento funcional o nutraceutico: alimento y medicina a la vez



# ALIMENTO FUNCIONAL

La porteria n° 398 de 30/04/99 de la Secretaria de Vigilancia Sanitaria del Ministerio de Salud define:

**Alimento Funcional es todo aquel alimento o ingrediente que, además de las funciones nutricionales básicas, cuando es consumido en la dieta usual, produce efectos metabólicos y/o fisiológicos y/o efectos benéficos a la salud, debiendo ser seguro para el consumo sin supervisión médica.**



# PROBLEMA

**¿Cuál es el estado del arte del maíz morado como alimento funcional según las fuentes de información de investigación científica y tecnológica actuales?**



# HIPOTESIS

**El procesamiento y análisis correcto de la información bibliográfica disponible y los conocimientos de la tecnología de alimentos permitirán determinar el avance científico y tecnológico actual del maiz morado, como alimento funcional.**



# OBJETIVOS

## a) Objetivo general

Determinar el estado de avance científico y tecnológico actual del maíz morado, su composición química, valor nutricional y su estudio como alimento funcional, haciendo uso de la información bibliográfica y los conocimientos de la tecnología de alimentos.

## b) Objetivos específicos

- ” Determinar las características físico-químicos del maíz morado.
- ” Determinar y evaluar las técnicas de extracción de las antocianinas del maíz morado.
- ” Determinar los beneficios a la salud del consumo de maíz morado.



# IDENTIFICACION DE ZONAS PRODUCTIVAS Y MARCO TEORICO

***“Lugares de producción: Zonas ubicadas entre los 1200 a 4000 m.s.n.m***



# IDENTIFICACION Y MARCO TEORICO

Existen diversos tipos de maíz morado, entre los cuales podemos encontrar los siguientes:

- “ **Morado canteño**: variedad nativa, altura de 1,8-2,5 m, floración a los 110-125 días.
- “ **Morado mejorado (derivados de Caraz)**: PVM-581, para siembra en sierra media; PVM-582, para costa central, altura cercana a los 2m, precosidad de floración masculina, 90 a 100 días.
- “ **Morado Caraz**: usado para siembra en sierra.
- “ **Arequipeño (var. Tradicional)**, color no es intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores.
- “ **Cusco morado**: tardío, granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidos.
- “ **Negro de Junín**: en la sierra centro y sur llegando hasta Arequipa.



# IDENTES Y MARCO TEORICO

EXPORTACIONES MAIZ MORADO				
País Destino	2,009			
	FOB	KILOS	% FOB	Prec. Prom.
UNITED STATES	349,421	181,766	69.7%	1.92
JAPAN	64,284	14,200	12.8%	4.53
ECUADOR	39,580	55,940	7.9%	0.71
SPAIN	19,796	10,016	4.0%	1.98
ITALY	11,627	6,641	2.3%	1.75
VENEZUELA	3,900	12,000	0.8%	0.33
CHILE	3,438	14,572	0.7%	0.24
NETHERLANDS	3,405	1,728	0.7%	1.97
CANADA	2,705	1,600	0.5%	1.69
COSTA RICA	1,084	821	0.2%	1.32
ARUBA	727	136	0.1%	5.36
SWITZERLAND	230	90	0.0%	2.56
BELGIUM	355	232	0.1%	1.53
UNITED KINGDOM	29	19	0.0%	1.55
BOLIVIA	-			
FRANCE	-			
AUSTRALIA	-	-		
DEMÁS	574	355	0.1%	1.62
<b>TOTALES</b>	<b>501,157</b>	<b>300,116</b>	<b>100.0%</b>	<b>1.67</b>

Fuente: Wilfredo Koo, 2009

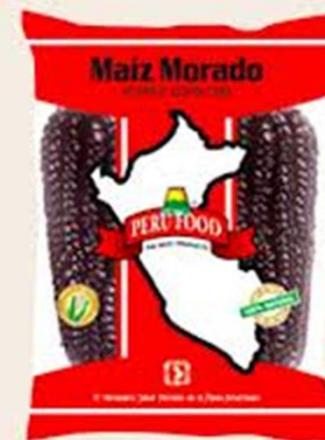


# RESULTADOS

El maíz morado es un conjunto de variedades de *Zea mays* que poseen un fruto (infrutescencia) de color morado.

Crece en los Andes de Perú, Bolivia y Argentina, dispersos y cultivados también en las costas del territorio peruano, desde mucho antes de los incas.

Existen diferentes variedades de maíz morado todas derivadas de una línea más ancestral denominada "*Kculli*" aún cultivada en Perú, Bolivia y Argentina.



# RESULTADOS

## ***Clasificación Botánica del Maíz Morado***

Según el sistema de clasificación de A. Cronquist, se ubican en la siguiente categoría taxonómica (Mostacero *et al.*, 2002)

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Subclase:** Commelinidae

**Orden:** Cyperales

**Familia:** Poaceae

**Especie:** *Zea Mays* L.

**Subespecie:** *Zae Mays* L. subsp, mays

**Variedad:** *Zea Mays* L. var. Sub nigroviolaceo



# RESULTADOS

**Cuadro 1. Composición química del Maíz Morado**

Componente	
Humedad	≤ 8%
Cenizas	10.82%
Lípidos	0.13%
Proteína	2.59%
Carbohidratos	76.56%
Sodio	2.58%
Calcio	620 mg/kg
Magnesio	1906 mg/kg
Manganeso	14 mg/kg
Zinc	40 mg/kg
Cobre	12 mg/kg
pH	3 – 4



Fuente: Ferreira, 2005.



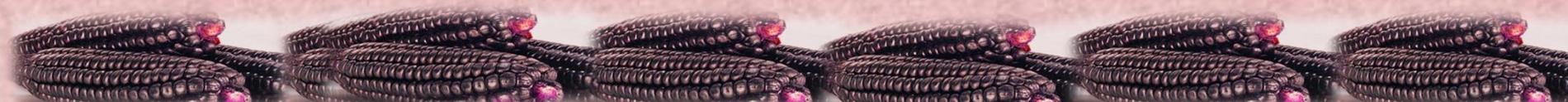
# RESULTADOS



**Cuadro 2. Micronutrientes del Maíz Morado**

Micronutrientes	
Fósforo	2.5 mg/kg
Hierro	2.00 mg/kg
Caroteno	140 mg/kg
Vitamina A	22.00 mg /kg
Vitamina E	80.00 mg/kg
Biotina	0.43 mg/kg
Tiamina (B1)	0.1 mg/kg
Niacina	1.9 mg/kg
Riboflavina (B2)	2.5 mg/kg
Calorías	1.8 g / 100g
Fibras	290 mg/kg

Fuente: Ferreira, 2005.



# RESULTADOS

Cuadro 3. Aminoácidos del Maíz Morado

Aminoácidos	Porcentaje
Metionina	0.33%
Cisteína	0.20%
Lisina	0.54%
Triptófano	0.20%
Isoleucina	1.00%
Histidina	0.30%
Valina	1.00%
Leucina	1.49%
Arginina	2.30%
Fenilalanina	0.80%
Glicina	1.10%

Fuente: Ferreira, 2005.



## Antocianinas presentes en el maíz morado

La antocianina o antocianidina (del griego **anthos**: “flor” y **Kyaos**: “azul”) pertenece al grupo de los flavonoides, específicamente los bioflavonoides, y es un pigmento rojo azulado que protege a las plantas, sus flores, sus frutos contra la luz ultravioleta (UV), y por su propiedad antioxidante, protege contra los efectos deletéreos de los radicales libres.



## Antocianinas presentes en el maíz morado

Las antocianinas casi nunca se encuentran libres, están unidos a glúcidos (glucosa, ramnosa, etc.) más el antocianidol respectivo, los cuales los hacen solubles en agua, debido a su polaridad, esto facilita su extracción con solventes polares como el agua, caso típico de la chicha morada.



Las nativas del Perú poseen además de otros tipos de flavonoides; podemos decir que tienen antocianinas el camote morado, la papa morada, la tuna morada, el camu camu, el sauco, al ayrampo, entre otras especies vegetales. Últimamente, hay alta demanda de antocianinas, por ser una alternativa natural como nutraceuticos, colorantes naturales para diversos productos industriales, como alimentos, bebidas, yogurt, cosméticos, etc.



# Beneficios a la salud del consumo de maíz morado

Los metabolitos biodinámicos del maíz morado gozan de diversas actividades medicinales. A los 30 minutos de haber sido ingeridos por vía oral, se absorben y se distribuyen por el plasma sanguíneo hacia diversos tejidos, pasando por el hígado donde se biotransforma.

Durante su permanencia en los fluidos corporales protegen de sustancias nocivas endógenas y exógenas.

Diferentes investigaciones científicas respaldan sus propiedades medicinales: antioxidantes y anticancerígenas.



# Beneficios a la salud del consumo de maíz morado

Las últimas investigaciones correlacionan sus propiedades farmacológicas con las estructuras de sus metabolitos, principalmente con las antocianinas, como parte del grupo de flavonoides.

Los flavonoides gozan de una amplia gama de propiedades medicinales antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas.



## Beneficios a la salud científicamente demostrados Efectos terapéuticos son:

- “ Posee un gran poder antioxidante.
- “ Retarda el envejecimiento celular.
- “ Anticancerígeno a nivel del colon y recto.
- “ Antimutagénico.
- “ Contra el cáncer de piel.
- “ Protege contra la fragilidad capilar.
- “ Mejora la circulación sanguínea.
- “ Disminuye la LDL (Colesterol malo).
- “ Incrementa la HDL (colesterol bueno).
- “ Previene de enfermedades cardiovasculares.
- “ Protege la retina.
- “ Ayuda a controlar la diabetes.
- “ Favorece la regeneración de tejidos.
- “ Retarda los procesos degenerativos en general.



*Volume 171, Issue 1, 28 August 2001, Pages 17-25*

**Effect of purple corn extract on the promotion of colorectal carcinogenesis in male F344 rats pretreated with 1,2-dimethylhydrazine**

Akihiro Hagiwara, Kayoko Miyashita, Takumi Nakanishi, Masashi Sano, Seiko Tamano, Tadaomi Kadota, Takatoshi Koda, Mikio Nakamura, Katsumi Imaida, Nobuyuki Ito, Tomoyuki Shirai

Las investigaciones de Hagiwara y Shirai *et al.*, (2001) consistieron en la experimentación en ratas machos F344/DuCrj, inicialmente inducidas a carcinogénesis a nivel colorrectal con 1,2-dimetilhidracina, luego tratadas con extractos de maíz morado al 5.0% rico en antocianinas, combinados con 0.02% de 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo (4,5-b) piridina como parte de la dieta, durante 36 semanas. Los grupos de ratas tratados con el extracto de maíz morado no permitieron el desarrollo de adenocarcinomas en el colon y recto, en contraste con el grupo que no recibió ningún anticancerígeno y que si permitió la promoción del adenocarcinoma.



as, Víctor Chumpitaz, Jonny Burga, Walter de la Cruz, José Valencia,  
Chenguayen, Oscar Huamán.

**Actividad antihipertensiva y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de Zea mays L (Maíz morado) en ratas hipertensas por L-NAME**

**Anales de la facultad de Medicina, año 2005 /vol. 66, suppl 1, S19, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú, 2005.**

Jorge Arroyo, Juan Rojas, Víctor Chumpitaz, Jonny Burga, Walter de la Cruz, José Valencia, Ernesto Ráez, Julio Chenguayen, Oscar Huamán.

**Actividad hipocolesterolemica y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de Zea mays L. (Maíz morado) en ratas inducidas con colesterol.**

**Anales de la facultad de Medicina, año 2005/vol. 66, suppl 1, S20, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.**

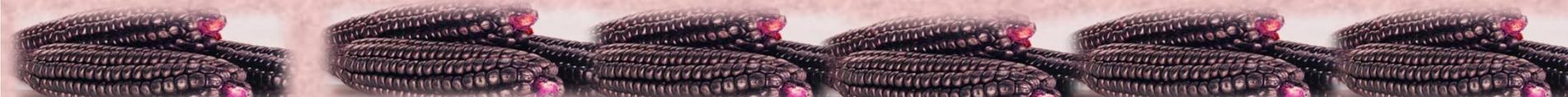
**La antocianina favorece en la regeneración de los tejidos, apoya en los problemas cardiovasculares, regula la tensión alta, retarda los procesos degenerativos en general, tiene acción antiarrugas, incrementa el flujo sanguíneo, estimula la acción diurética.**



**NEROS-ZEVALLOS L. Antimutagenic and antioxidant properties  
ons from Andean purple corn (*Zea mays L.*) *J. Agric. Food Chem.***

**54(13): 4557-67., 2006.**

**Demostraron la actividad antimutagénica y antioxidante de las fracciones fenólicas del maíz morado. La actividad antimutagénica se ensayó mediante el test de Ames y la antioxidante por el método del radical DPPH (diphenyl-1-picrylhydrazyl). Ellos correlacionan que dichas actividades se deben a las antocianinas.**



M., Efecto preventivo protector del extracto de Zea mays var. morado, maíz morado en piel de *Muss musculus* var balb/c ante la acción inflamatoria-hiperplásica de compuestos con hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPS) II Congreso internacional de científicos peruanos, Universidad Nacional de Trujillo, 2004.

Relacionan a los compuestos polifenólicos, principalmente antocianinas del maíz morado, la actividad protectora contra el cáncer de la piel del tipo no melanómico inducido por la continua exposición a sustancias químicas cancerígenas.



UCHIDA K., AUKI H. OSAWA T. Dietary Cyanidin 3-O- $\beta$ -D-  
e corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia  
in mice. *J. Nutr.* 133(7):2125-30., 2003.

**La obesidad está fuertemente asociada con la producción de insulina, y la mejora de resistencia de insulina es importante en la prevención del desarrollo de diabetes tipo 2.**

**El maíz morado, suprime el desarrollo de la obesidad, controlando la concentración de glucosa en la sangre.**

**Proporcionando una base bioquímica y alimenticia para el empleo de la antocianina del maíz morado como un factor funcional de alimentos, que puede tener implicaciones importantes para prevenir la obesidad y diabetes**



UCHIDA K., AUKI H. OSAWA T. Dietary Cyanidin 3-O- $\beta$ -D-  
e corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia  
(7):2125-30., 2003.



Las investigaciones de los derivados del maíz morado que evidencian su actividad contra la obesidad, fueron realizadas en ratas machos, comparando los pesos corporales.

Se alimentó a las ratas con una grasa alta (HF), otro con HF más extracto de maíz morado que proporcionó C3 $\beta$ G (0.2% o 2 g/kg de alimento).

Los resultados fueron comparados con 2 grupos control: uno alimentado con una dieta normal y el otro con una dieta de C3 $\beta$ G. Después de 12 semanas, los resultados se podían ver a simple vista, pues las ratas a las que se le administraron extracto de maíz morado más HF mostraron considerablemente menos signos de obesidad desarrollada.



UCHIDA K., AUKI H. OSAWA T. Dietary Cyanidin 3-O- $\beta$ -D-  
e corn color prevents obesity and ameliorates  
ice. *J. Nutr.* 133(7):2125-30., 2003.

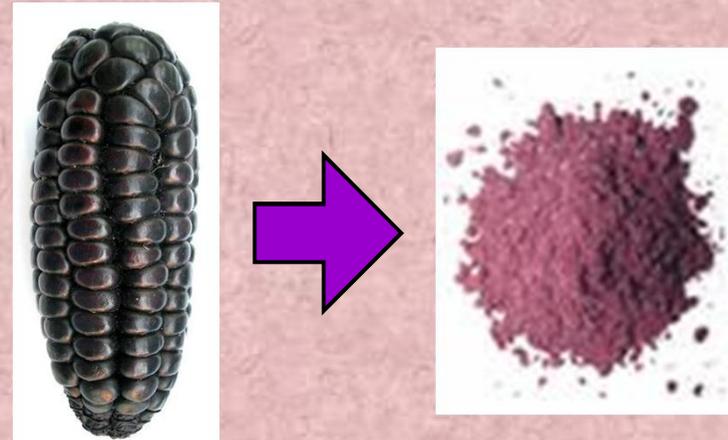


El grupo de ratas a las que se les administró la dieta HF desarrolló un estado de hiperglicemia. De modo interesante esto no fue observado en el grupo de ratas que se alimentaron con maíz morado más HF, en el cual ambas patologías, diabetes y obesidad, completamente fueron normalizadas. Para concluir los investigadores declararon que sus pruebas del extracto de maíz morado proporcionan una base alimenticia y bioquímica para el empleo del pigmento antocianina como “un factor funcional de alimentos”, siendo beneficioso para ayudar a prevenir la diabetes y la obesidad



# PRODUCTO

- “ Colorante de Origen Natural que se extrae de la coronta del Maíz Morado.
- Antocianina
    - Pigmento
    - Benefico para la Salud
    - Maíz Morado (mayor conc.)
  - Atributos: Contribuye
    - Incrementa la agudeza visual
    - Mejora la Circulación Sanguínea
    - Regula la Presión
    - Antioxidante natural
    - Previene el Cáncer al Cólon
  - Usos
    - Cosmética
    - Textil
    - Alimenticia
    - Farmacéutica



# Unidos de Norteamérica y Europa hay demanda de maíz morado para la suplementación de alimentos funcionales, bebidas y otros nutraceuticos.



# MERCADO



# MERCADO



# MERCADO



## Extracción de las antocianinas

La extracción de antocianinas de los granos de maíz morado y la tusa molida es, comúnmente, realizada por una repetida maceración, con pequeñas cantidades de HCl (0.1%-1.0%) en metanol o etanol a temperatura ambiente o en casos complejos en frío usando ácidos débiles (para evitar la degradación del pigmento). La adición de agua (10%-15%), en algunos casos, permite una extracción completa, dependiendo de la variedad.

Luego de su extracción debe purificarse, para posteriormente caracterizarlo, una de las técnicas recomendadas es por el método cromatográfico, ya sea la cromatografía de capa fina o por HPLC (High Performance Liquid Chromatography).



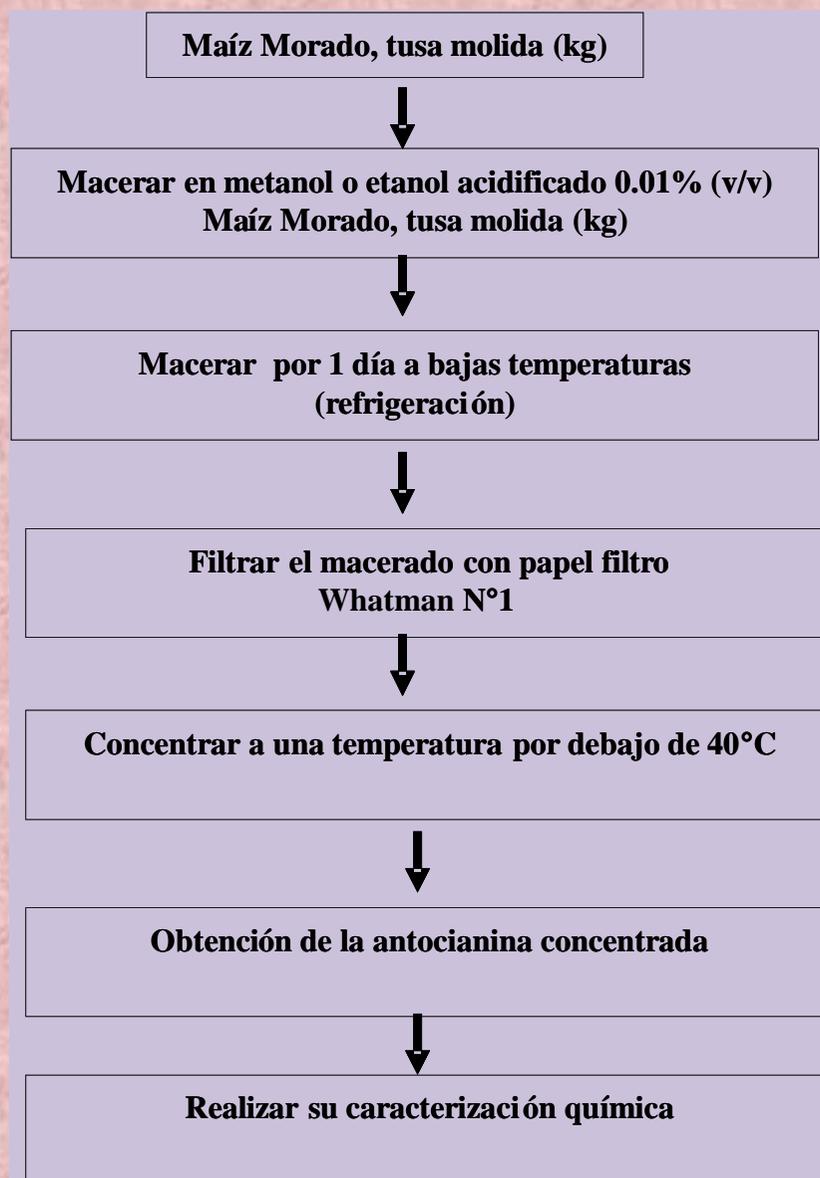
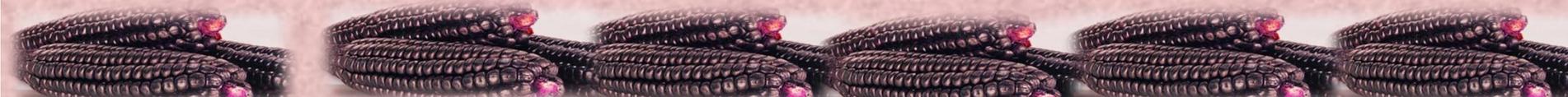


Fig.1 Extracción simplificada de las antocianinas del Maíz Morado



# CONCLUSIONES

La presente investigación, luego del estudio recapitulativo de las diferentes investigaciones que existen en la actualidad nos permiten concluir que:

1. La composición química proximal del maíz morado es: 8% de humedad, 0.13% de lípidos, 2.59 % de proteínas, 76.56% de carbohidratos y 10.38% de cenizas y 2.58% de sodio.
2. El maíz morado es un alimento funcional, por su contenido de flavonoides, especialmente las denominadas antocianinas, que son los responsables de su actividad farmacológica, antioxidante y anticancerígena a nivel de diversos tejidos corporales, como el estómago, colon y recto.



# CONCLUSIONES

3. La extracción de antocianinas de los granos de maíz morado y la tusa molida es, comúnmente, realizada por una repetida maceración, con pequeñas cantidades de HCl (0.1%-1.0%) en metanol o etanol a temperatura ambiente o en casos complejos en frío usando ácidos débiles (para evitar la degradación del pigmento). La adición de agua (10%-15%), en algunos casos, permite una extracción completa, dependiendo de la variedad.



# CONCLUSIONES

Los beneficios a la salud del maíz morado científicamente demostrados por sus bondades terapéuticas son:

- “ Posee un gran poder antioxidante
- “ Retarda el envejecimiento celular
- “ Es anticancerígeno a nivel del colon y recto,
- “ Es antimutagénico
- “ Previene el cáncer de piel.
- “ Protege contra la fragilidad capilar
- “ Mejora la circulación sanguínea,
- “ Disminuye la LDL (Colesterol malo),
- “ Incrementa la HDL (colesterol bueno),
- “ Previene de enfermedades cardiovasculares,
- “ Protege la retina,
- “ Ayuda a controlar la diabetes
- “ Favorece la regeneración de tejidos y
- “ Retarda los procesos degenerativos en general.



# CONCLUSIONES

5. De acuerdo con la Food and Drug Administration (FDA), se clasifica al maíz morado como un pigmento natural otorgándole la codificación E-163(EEC). Estos colorantes se usan en bebidas energizantes, golosinas, en fitocosmética, industria de alimentos e industria farmacéutica.





**GRACIAS**

Dra. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO



[luzpaucar@uns.edu.pe](mailto:luzpaucar@uns.edu.pe)

