



IV Encuentro Nacional del Sector Maíz: Retos y oportunidades para la producción sostenible



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Maíz pujagua cultivado en Guanacaste: valor nutricional y productos derivados



Dra. Ana Mercedes PÉREZ

Teléfonos 2511-7212 / 8833

ana.perez@ucr.ac.cr

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA)

28 de junio de 2019

Maíz: alimento ancestral de origen americano



Zea mays

- Originario de Mesoamérica
- Cereal más producido a nivel mundial
- Parte integral de la dieta de numerosas poblaciones
- **Usos:** alimentación animal (35%), producción de etanol (35%), alimentación humana (10%)
- **Variedades de endospermo amarillo:** 97 % de la producción mundial



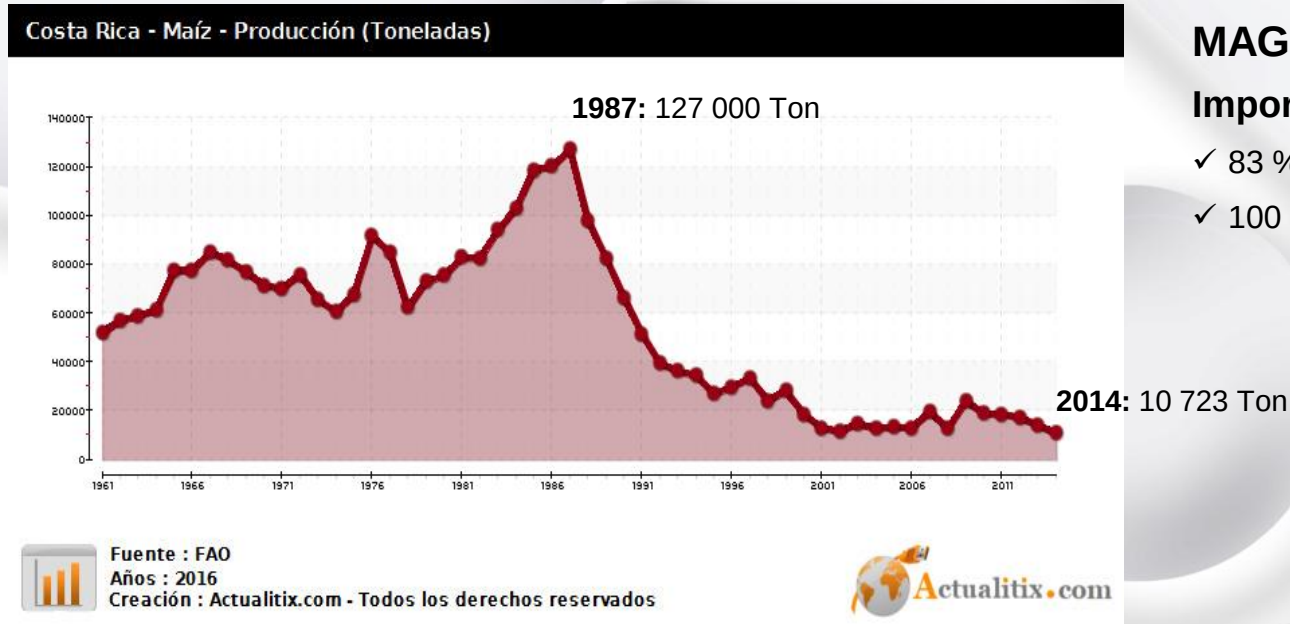
Maíz morado, azul, púrpura

- **Guanacaste:** maíz pujagua
- Baja producción
- **Preparaciones culinarias tradicionales:** atol, chicha, chicheme, mazamorra, bizcochos, tamales, tortillas, empanadas, tamal asado
- **Fuente de antioxidantes:** polifenoles de la clase de los flavonoides (antocianinas)
- **Oportunidad:** desarrollo de productos libres de gluten destinados para celíacos, y personas alérgicas e intolerantes al gluten (8-10% de la población); consumidores de alimentos saludables



Cultivo de maíz en Costa Rica

- **Drástica reducción de la producción de maíz en Costa Rica**



MAG (2008)

Importación:

- ✓ 83 % del maíz blanco consumido
- ✓ 100 % del maíz amarillo consumido

- **Situación del cultivo del maíz pujagua en Costa Rica**

- ✓ **No hay datos disponibles sobre la producción:** número de productores, área de cultivo, rendimiento de producción (ton/ha)
- ✓ **Principal zona de cultivo:** Guanacaste
 - **Maíz azul:** sensible a condiciones de sequía (Arellano et al. 2003)

Cultivo de maíz en Costa Rica

- **Productores de maíces criollos** (Matarrita-Rosales & Brenes-Marchena, 2017).
 - ✓ Pequeños propietarios, adultos mayores
 - ✓ Cultivo de la semilla a través de generaciones por tradición familiar, generalmente sin insumos ni mecanización
 - ✓ **Parcelas:** extensión promedio menor a media hectárea
- **Rendimientos del cultivo de maíz morado**
 - ✓ **Rendimientos del maíz azul de polinización abierta:** relativamente bajos en comparación con rendimientos de híbridos comerciales (Salinas-Moreno, et al. 2010)
 - ✓ **Maíz azul:** 1.02 – 3.36 ton/ha (Johnson & Jha, 1993), hasta 10.5 ton/ha en raza Chalqueño (Arellano et al., 2003)
 - ✓ **Variedades de maíz blanco o amarillo:** 8 – 13 toh/ha (Betrán et al., 2000)
 - ✓ **Maíz morado en Costa Rica:** 1.17 – 1.61 ton/ha (Matarrita-Rosales & Brenes-Marchena 2017)



Cultivo de maíz en Costa Rica

- **Pérdida creciente del maíz morado como parte de la dieta habitual de nuestra población** (Solano 2014)
- ✓ **Numerosos territorios indígenas:** siembra ocasional o inexistente del maíz pujagua
- ✓ Mayor precio (+20%) que variedades de maíz blanco o amarillo
- ✓ **Manejo agronómico más complejo:** menor rendimiento, más susceptible al ataque de insectos durante el almacenamiento
- **Maíz: Patrimonio cultural de Costa Rica**
- ✓ Decreto del MCJD (La Gaceta 2014)
- ✓ Variedades autóctonas, nativas y criollas
- ✓ Tradiciones, prácticas agro-culturales, usos, saberes, sabores y colores asociados al grano



Maíz morado: valor nutricional

- Valor nutricional** Fuente: Laboratorio de Química de CITA; Nascimiento et al. (2014)

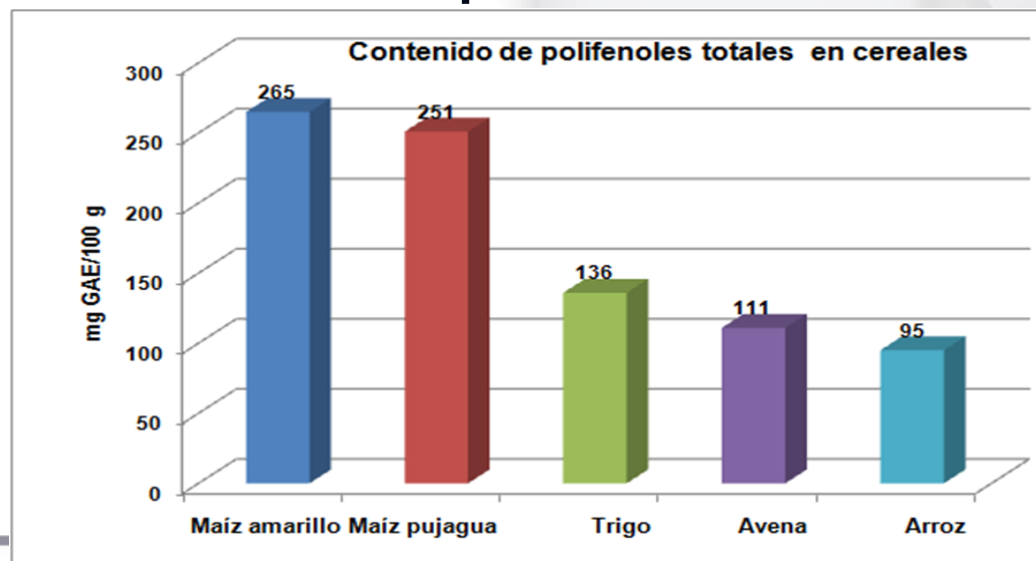
Componente	Maíz pujagua (Guanacaste)	Maíz morado (Jujuy, Argentina)
Humedad (g/100 g)	12,2 ± 0,4	10,00 ± 0,03
Cenizas (g/100 g)	1,20 ± 0,01	1,71 ± 0,02
Proteína (g/100 g)	9,2 ± 0,1	9,1 ± 0,1
Grasa (g/100 g)	4,4 ± 0,3	1,8 ± 0,0
Fibra dietética (g/100 g)	15,79 ± 2,50	11,2 ± 0,4
Almidón (g/100 g)	54,3 ± 5,5	57,7 ± 0,6

Maíz morado

- ✓ Alto en fibra dietética
- ✓ Excelente fuente de proteína
- ✓ Mejor perfil de minerales que híbridos amarillos y blancos



- Contenido de polifenoles totales**



Maíz morado cultivado en Costa Rica

- ✓ No hay datos publicados sobre la composición físicoquímica

Fuente: datos de maíz pujagua, Laboratorio de Química de CITA (n=3); datos de maíz amarillo, trigo, avena y arroz, Adom & Liu (2002)

GAE: equivalentes de ácido gálico

Valor nutricional de productos tradicionales, derivados del maíz pujagua: harina para elaborar atol y pinolillo (n=3) *.

Producto	Una porción de 30 g (2 cucharadas) contiene					
	Energía (calorías, cal)	Grasa	Proteína	Fibra dietética	Polifenoles totales (mg GAE/100 g)	Capacidad antioxidante, ORAC (micromoles)
Harina	96 cal	1,5 g	3 g	4,8 g	75 mg	1353
% VDR	5 %	2 %	6 %	19 %	-	-
Pinolillo	101 cal	4,5 g	3 g	7,8 g	194	4858
% VDR	5 %	6,9 %	6 %	31 %	-	-

* Sobre el valor diario recomendado (VDR) para un adulto, con base en una dieta de 2000 cal.



Harina

- ✓ Grano de maíz seco molido
- ✓ Elaboración de atol
- ✓ Cocción, adicionado con agua o leche

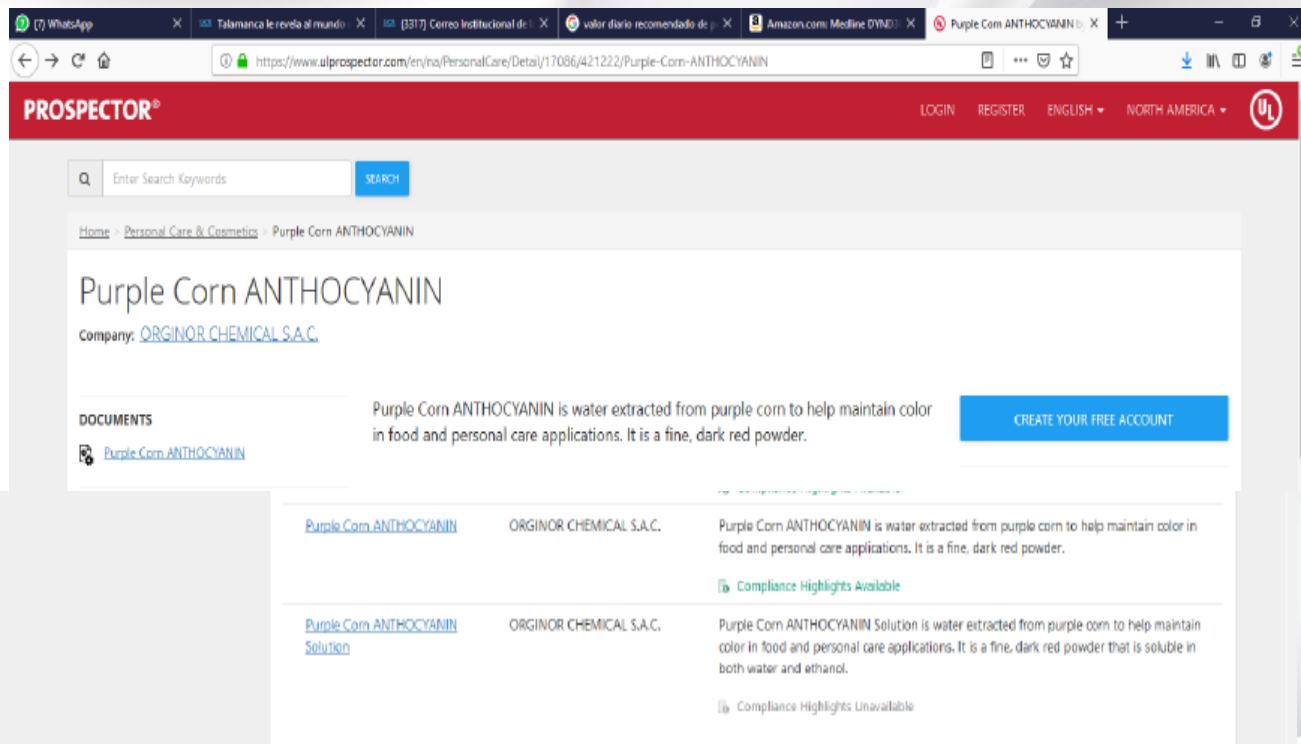
Pinolillo

- ✓ Maíz tostado con cacao y molido
- ✓ Elaboración de bebida fría

✓ **Atol y pinolillo:** excelente opción de merienda, baja en calorías.

Alternativas para agregación de valor

- ✓ **Exportaciones de maíz morado de Perú:**  467% de 1998 a 2002
- ✓ **Precio:** \$ 0.75/kg a \$1.36/kg de 1998 a 2002
- ✓ **Exportaciones de Perú en 2018:** \$1.52 millones, 20 865 kg (www.agraria.pe)
- ✓ **Producción de colorante de uso alimentario:** aprobado por Japón y UE
 - **Importación creciente:** Alemania, Japón, Italia, Francia



The screenshot shows a web browser with multiple tabs open. The active tab is 'Purple Corn ANTHOCYANIN'. The URL in the address bar is 'https://www.ulprospector.com/en/na/PersonalCare/Detail/17086/421222/Purple-Corn-ANTHOCYANIN'. The website header is red with 'PROSPECTOR®' on the left and 'LOGIN', 'REGISTER', 'ENGLISH', and 'NORTH AMERICA' on the right. Below the header is a search bar with the text 'Enter Search Keywords' and a 'SEARCH' button. The main content area has a breadcrumb trail: 'Home > Personal Care & Cosmetics > Purple Corn ANTHOCYANIN'. The product title 'Purple Corn ANTHOCYANIN' is displayed, followed by the company name 'ORIGINOR CHEMICAL S.A.C.'. Under the 'DOCUMENTS' section, there is a link to 'Purple Corn ANTHOCYANIN'. A description states: 'Purple Corn ANTHOCYANIN is water extracted from purple corn to help maintain color in food and personal care applications. It is a fine, dark red powder.' A blue button 'CREATE YOUR FREE ACCOUNT' is visible. Below this, there is a table with two rows of product information.

Product Name	Company	Description	Compliance Highlights
Purple Corn ANTHOCYANIN	ORIGINOR CHEMICAL S.A.C.	Purple Corn ANTHOCYANIN is water extracted from purple corn to help maintain color in food and personal care applications. It is a fine, dark red powder.	Compliance Highlights Available
Purple Corn ANTHOCYANIN Solution	ORIGINOR CHEMICAL S.A.C.	Purple Corn ANTHOCYANIN Solution is water extracted from purple corn to help maintain color in food and personal care applications. It is a fine, dark red powder that is soluble in both water and ethanol.	Compliance Highlights Unavailable

mySUPERFOOD PURPLE CORN POWDER

Antioxidants / Proteins / Dietary Fiber

Price: 10,90 chf

Incl. tax Excl. Shipping costs

Article number: 00003

Availability: In stock

Delivery time: abt. 2-3 working days

Unit price: CHF4,15 / 100 Gram

Net weight: 200g

Origin: Peru

Ingredients: 100% Purple Corn Powder produced exclusively from the cob

Quantity: 1

Not yet rated ☐ Add your review

PURPLE CORN – already the Incas appreciated it as an extremely healthy and protein-rich food. PURPLE CORN contains a particularly high proportion of valuable anthocyanins that give the maize its purple color belong to the group of antioxidants. Our Purple Corn powder is exclusively produced from the cob, since the highest concentration of anthocyanins can be found here. The kernels, on the other hand, contain mostly cornstarch and its nutritional value is much lower. Due to its interesting purple color, Purple Corn is especially suited for use in smoothies, desserts, baked goods and cereals.

We buy our Purple Corn powder directly from producers in Peru. They are cultivated by

DDW The Colour House

Language: EN | ESP | 繁體中文

Search DDW...

About Hues Applications Products Samples Contact Students

Purple Corn Color

DDW's new purple corn color is a natural and non-GM option with a neutral taste that can be labeled simply as "vegetable juice for color." It is the first natural red color to be North American grown, extracted, and concentrated from a domestic purple corn hybrid. This novel anthocyanin color is gently produced without the use of solvents and is controlled from seed to sale by DDW.

Typical of anthocyanins, the hue of Purple Corn color is dependent on pH and concentration. At low pH levels, it exhibits a vibrant orange-red color, allowing near hue matches to Red #40. This red hue match can be achieved in vitamin enhanced waters or sports drinks, as well as in hard candies and gummies/jellies. In some cases, the addition of citric acid may be needed to achieve the desired hue. Closer hue matches can be achieved by blending purple corns with other natural colors.

- Anthocyanins
- Beets / Betacyanins / Betanins / Betalains
- Carmine / Cochineal
- Carotenoids
- Chlorophyll / Chlorophyllin
- Curcumin / Turmeric

Extractos de maíz rojo y púrpura ricos en antocianinas: efecto antiproliferativo *in vitro* sobre células de cáncer humano colorrectal

Journal of Functional Foods 34 (2017) 254–265



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Functional Foods

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jff



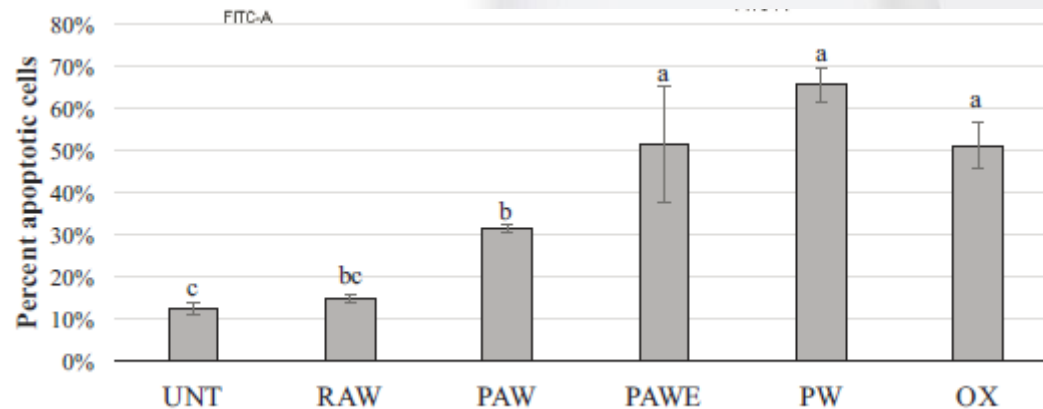
Inhibitory potential of anthocyanin-rich purple and red corn extracts on human colorectal cancer cell proliferation *in vitro*



Candice Mazewski^a, Katie Liang^b, Elvira Gonzalez de Mejia^{a,*}

^a Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois at Urbana-Champaign, 228 ERM, 1201 W Gregory Drive, Urbana, IL 61801, USA

^b Department of Molecular and Cellular Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Justin Smith Morrill Hall, 505 S Goodwin Ave #393, Urbana, IL 61801, USA



- ✓ Aumento en el número de células apoptóticas
- ✓ Reducción de marcadores de angiogénesis
- ✓ **Maíz morado y rojo:** potencial inhibitorio de proliferación de células de cáncer humano de colon

Porcentajes reflejan el total de células apoptóticas después de 24 h de tratamiento con extractos coloreados de maíz.

UNT: control; RAW: extractos de maíz rojo; PAW: extractos de maíz morado

Prevención de obesidad y mejora de la hiperglicemia

Dietary Cyanidin 3-O- β -D-Glucoside-Rich Purple Corn Color Prevents Obesity and Ameliorates Hyperglycemia in Mice

Takanori Tsuda,¹ Fumihiko Horio,* Koji Uchida,[†] Hiromitsu Aoki[†] and Toshihiko Osawa*

Research Center for Biomarkers of Preventive Medicine, Doshisha University, Imadegawa-dori, Kamigyo-ku, Kyoto 602-8580, Japan; *Nagoya University Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya 464-8601, Japan; and [†]San-Ei Gen F.F.I., Incorporated, Toyonaka, 561-8588, Japan

	Control	PCC	HF	HF + PCC
Glucose, mmol/L	12.9 $\pm$ 0.3 ^b	12.2 $\pm$ 0.8 ^b	20.1 $\pm$ 0.6 ^a	14.1 $\pm$ 0.8 ^b
Insulin, mmol/L	0.31 $\pm$ 0.02 ^b	0.31 $\pm$ 0.02 ^b	0.52 $\pm$ 0.04 ^a	0.29 $\pm$ 0.02 ^b
Leptin, mg/L	15.3 $\pm$ 2.4 ^b	15.1 $\pm$ 2.2 ^b	118.1 $\pm$ 10.3 ^a	20.2 $\pm$ 5.2 ^b

Adición de C3G a una dieta a una concentración de 2 g/kg durante 12 semanas

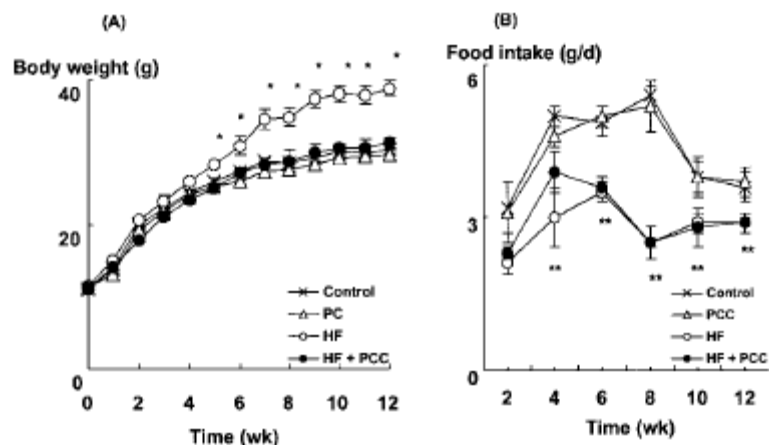


FIGURE 2 Body weight (A) and food intake (B) of mice fed the control, purple corn color (PCC), high fat (HF) or HF + PCC diets for 12 wk. Values are means $\pm$ SEM, $n = 6$. *The HF group differed ($P < 0.05$) from all other groups. **The HF group differed ($P < 0.05$) from the control and PCC groups.

PCC: Purple corn color

HF: High fat

HF: produjo hiperglicemia, hiperinsulinemia, hiperleptinemia

PCC: consumo normalizó las perturbaciones debidas a la dieta alta en grasa



Maíz morado: efectos en la salud

- **Propiedades biológicas beneficiosas para la salud**
 - ✓ **Actividades antioxidantes, antiproliferativas, antidiabéticas, anti-inflamatorias, hipotensoras y nefroprotectoras** (Hagiwara et al., 2001; Tsuda et al., 2003; Toyoshi & Kohda, 2004; Lopez-Martinez et al., 2009; Li et al., 2012; Kang et al., 2013; Huang et al., 2015)
- **Efecto sobre el perfil lipídico y la concentración de glucosa sanguínea**

Post tratamiento	Maíz morado
Colesterol total	↓ 9,0 %
Colesterol HDL	↑ 7,9 %
Colesterol LDL	↓ 6,1 %
Triglicéridos	↓ 5,3 %
Glucosa en ayunas	↓ 46,8 %

- ✓ 15 pacientes diabéticos, dislipidémicos, no hipertensos
- ✓ Comprimidos de maíz morado deshidratado y pulverizado 1g/día
- ✓ 30 días de tratamiento



Flujo de proceso de harina nixtamalizada



Elaboración de tortillas a base de maíz pujagua

Congo con pericarpio



Congo sin pericarpio



Rosado con pericarpio



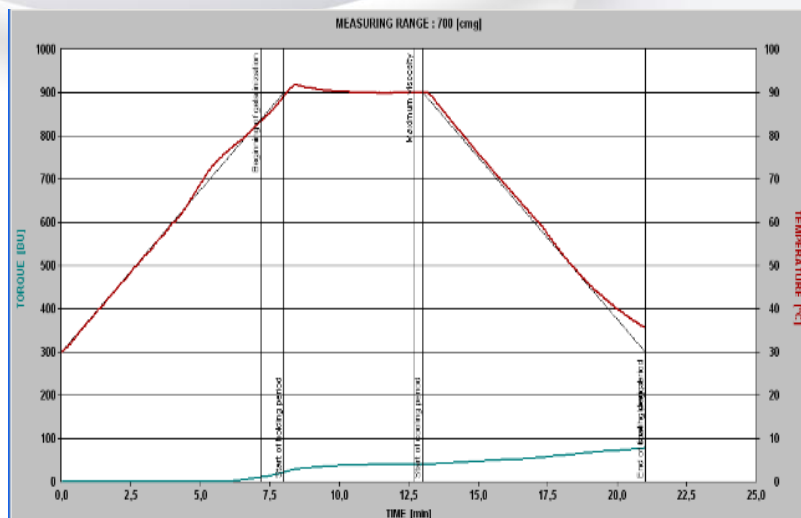
Rosado sin pericarpio



Maíz pujagua rosado:
mejores características para
la elaboración de tortillas

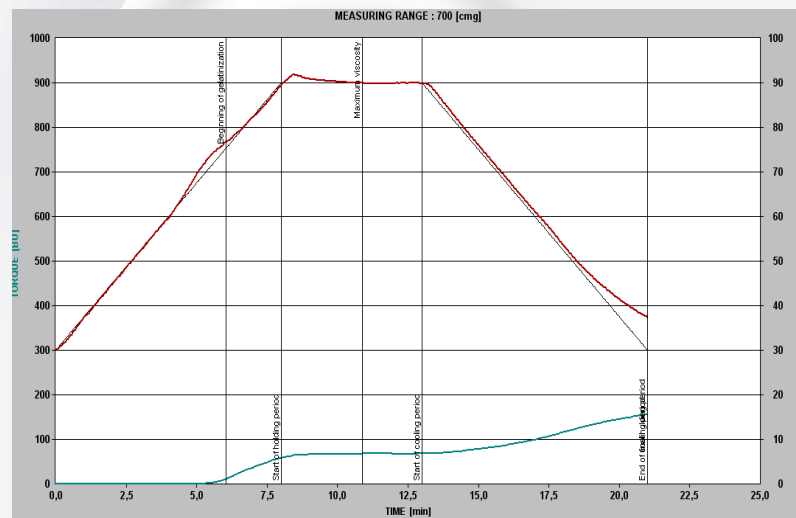
Viscoamilogramas

Pujagua congo sin pericarpio



Viscosidad máx. calentamiento: 41 BU
Viscosidad final: 77 BU

Pujagua rosado sin pericarpio



Viscosidad máx. calentamiento: 68 BU
Viscosidad final: 153 BU



Desarrollo de una premezcla para *pancakes* y *waffles* a base de harina de maíz pujagua



- ✓ Fuente de proteína
- ✓ Fuente de fibra
- ✓ Fuente de potasio
- ✓ Alto en hierro
- ✓ Sin azúcares agregados
- ✓ Libre de gluten

Datos de Nutrición

Tamaño de la porción 40g

Porciones por envase 13

Calorías 130

		% Valor Diario
Grasa total	0g	0%
Grasa saturada	0g	0%
Colesterol	0mg	0%
Sodio	360mg	15%
Carbohidratos totales	31g	10%
Fibra dietética	2g	8%
Azúcares	<1g	
Proteínas	3g	6%
Potasio	10%	Hierro 10%
Calcio	1%	

* Porcentaje de Valores diarios están en 2,000 Calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

Desarrollo de una premezcla para pancakes y waffles a base de harina de maíz pujagua: **evaluación sensorial**



- **Sesiones de dos mini-grupos focales (*focus groups*):** 14 participantes, de 20-30 años (2 hombres, 5 mujeres) y de 31-60 años (1 hombre, 6 mujeres)
- **Panel de agrado:** 100 consumidores potenciales (43% hombres y 57% mujeres)

Desarrollo de una premezcla para pancakes y waffles a base de harina de maíz pujagua: **evaluación sensorial**

- **55% de los panelistas:** evaluación sensorial fue su primera experiencia con productos a base de maíz pujagua
 - Falta de oferta o desconocimiento del grano
- 95% de los participantes consumiría productos a base de maíz pujagua
- 90% usaría la premezcla de panqueques evaluada
- **Preferencia:** aspecto visual, producto a base maíz pujagua rosado
- **Opiniones del consumidor sobre el producto:**
 - *“recuperar raíces ancestrales”*
 - *“dar a conocer un producto que no se sabía que existía”*
 - *“rescatar un alimento autóctono y nutritivo”*
 - *“dar a conocer los beneficios del maíz pujagua”*
 - *“incentivar al agricultor y a la industria costarricense a que produzca alimentos nacionales”*
 - *“se valora que el producto sea nacional, sembrado por agricultores guanacastecos”*





Conclusiones

- ❖ **Maíz pujagua**, un producto ancestral actualmente subutilizado
- ❖ Potencial existente para la **agregación de valor al maíz pujagua** mediante el desarrollo de nuevos productos
 - ✓ Incentivo del cultivo y consumo de este cereal
 - ✓ Consumidores preocupados por la ingesta de alimentos saludables
 - ✓ Oportunidad para satisfacer el mercado de consumidores que no pueden consumir productos con gluten (celíacos, alérgicos al trigo o sensibles al gluten)
 - ✓ Preservación y promoción de la biodiversidad de nuestro país, conservación de la cultura patrimonial y rescate de nuestra cultura culinaria
- ❖ Fomento del consumo de **alimentos con mayor valor nutricional** a base de maíz pujagua
 - ✓ Elaboración de alimentos funcionales, que contienen compuestos bioactivos beneficiosos para la salud
 - ✓ Contribución a la reducción de índices de obesidad y sobrepeso de la zona, así como del riesgo de desnutrición





Proyecto

Fomento del consumo del maíz pujagua cultivado en Guanacaste, un alimento ancestral de alto valor nutricional, y estudio de sus usos tradicionales (2018-2020)



**TIPOLOGÍA: Fondos de Regionalización 2018
VICERRECTORÍA DE ACCIÓN SOCIAL**

Investigadoras y colaboradoras: Ana M. Pérez (coordinadora), Jacqueline Aiello, Ana Lucía Mayorga, Alejandra Mencía, Pilar Fallas, Carmen Ivankovich, Ligia Salazar



ana.perez@ucr.ac.cr, tel. 2511-7212

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA)

Curubanda Gourmet Products