



CONFERENCIAS ORALES  
LUNES 21 OCTOBER, 2019



**8° CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE NIXTAMALIZACIÓN  
DEL ALMIDÓN A LA TORTILLA**

## Tecnología, innovación y propiedades nutritivas y nutraceuticas de productos nixtamalizados

**Sergio O. Serna Saldivar**

Director CIDPRO y Profesor Investigador Centro de Biotecnología FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey ([sserna@tec.mx](mailto:sserna@tec.mx))

### Resumen

Los productos nixtamalizados son los más importantes para los pobladores de México especialmente los de escasos recursos económicos. La conversión de maíz a la gama de productos nixtamalizados todavía se realiza mediante procesos tradicionales y de escala semicomercial de masa fresca. Sin embargo, la mayoría de los productos nixtamalizados producidos en el mundo desarrollado se obtienen a partir de harina nixtamalizada con tecnologías de secado de partículas de nixtamal o mediante procesos de extrusión u otras tecnologías. Independientemente del proceso, el maíz entero o molido se cuece en presencia de hidróxido de calcio grado alimenticio con el objetivo de impartir sabor, color, textura adecuada a la masa y vida útil. Nutritionalmente, el tipo de maíz, el proceso, la cantidad de cal, la suplementación con micronutrientes selectos y la fortificación con harinas variadas de leguminosas o pseudocereales afecta los valores de energía, cantidad y calidad proteica y aportes de fibra dietaria. Dentro de los maíces con potencial para incrementar el valor nutricional están los de alta calidad proteica y los altos en aceite. Diversos productos de soya (harina integral, harina desgrasada, concentrados y aislados) y otras leguminosas como frijol, garbanzo, chicharos etc. han sido utilizados exitosamente para incrementar calidad proteica, cantidad de fibra dietaria y aporte de vitaminas y minerales. Numerosos estudios han demostrado que la intervención con harinas de leguminosas incrementa muy significativamente la calidad proteica y desarrollo físico y cerebral de animales de laboratorio. Recientemente se han estudiado los efectos en perfil nutraceutico de las tortillas y sus productos derivados especialmente en términos de composición de compuestos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides, fosfolípidos, fitoesteroles y tocoferoles. Recientemente procesos naturales como germinación en presencia de selenio se han integrado al proceso de nixtamalización con la finalidad de obtener productos ricos en este protector del organismo contra estrés oxidativo y cáncer. Dentro de los genotipos de maíz con mayor potencial antioxidante están los maíces azules o morados que contienen cantidades significativas de antocianinas en la aleurona, testa y pericarpio. Estos compuestos ayudan a prevenir el estrés oxidativo que conllevan a las enfermedades crónico-degenerativas y cáncer que son responsables de más del 65% de las defunciones de los mexicanos. El futuro de la industria nacional y en especial internacional es alentador especialmente si se preocupa por desarrollar y lanzar al mercado productos innovadores que favorezcan salud humana y calidad de vida. La disponibilidad de múltiples genotipos distintos de maíz, tecnologías novedosas de nixtamalización y formulación facilitarán los desarrollos que benefician a los industriales y consumidores.

**Palabras clave:** *Tortillas, Maíz de calidad proteínica, Maíz azul, Harina nixtamalizada, Fortificación. Fenólicos antioxidantes, selenio, Germinación,*

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nutrición, Tecnologías Alternativas

## Impact of postharvest storage technologies on grain quality parameters

*Sylvanus Odjo\**, *Natalia Palacios*, *Nele Verhulst*

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)  
Carretera México-Veracruz Km. 45, El Batán, Texcoco, México, C.P. 56237  
\*sylvanus.odjo@cgiar.org

### Abstract

In a small-scale farming system, postharvest losses of maize grain can reach 30% by volume of the total production. Smallholder farmers' conventional storage methods (in polypropylene bags or in traditional wooden structures) are not effective against the main pests of maize grain during storage, including the maize weevil (*Sitophilus zeamays*) and the large grain borer (*Prostephanus truncatus*). In addition, storage conditions including temperature, humidity and oxygen content inside the container during storage may also affect grain quality parameters. In recent years, CIMMYT has promoted the use of hermetically sealed containers such as hermetic metallic silos and hermetic bags as effective ways to control storage insect pests in Mexico. These technologies work as a barrier that stops exchanges of oxygen and moisture between the stored grain and its environment, thus limiting biological activity inside containers and reducing postharvest losses due to pests. Experiments in Mexico have shown that hermetic plastic bags and hermetic metallic silos have shown a high potential in reducing insects damage in different environments and with different types of maize grain with insects damage decreasing, for example in Peto, Yucatán, from 44% in polypropylene bag (conventional method) to 0.6% in hermetic metallic silo. Data collected also demonstrated the effectiveness of hermetic storage technologies in maintaining grain and seed quality parameters including flotation index, fat acid value and germination. However, effects on other parameters like colors parameters remain unclear and require more investigation.

**Key words:** maize, postharvest losses, grain quality

**Modality:** Oral

**Topic:** Nutrition

## APLICACIONES ULTRASONICAS EN ALIMENTOS

*J.V. Montoya-Piña<sup>1,\*</sup>, M.P. Leyva-Morales<sup>2</sup> & A. Leyva-Morales<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Leyvitec Laboratorios, S.A. DE C.V. CDMX, México.

<sup>2</sup>Leyvitec Laboratorios, S.A. de C.V. Sucursal Irapuato, Gto. México.  
www.leyvitec.com

### Resumen

El procesamiento de alimentos es cada vez más importante debido a la creciente demanda de los clientes de alimentos frescos, en gran medida natural. Por lo tanto, para pasos de procesamiento comunes como la mezcla y homogeneización, extracción, estabilización y preservación, los métodos tradicionales se reemplazan gradualmente por técnicas de procesamiento innovadoras como el ultrasonido, que es un método no térmico para alimentos. Los beneficios de la sonicación se basan en su procesamiento suave, rápido y limpio, lo que resulta en una menor pérdida de producto y una mejor calidad de los alimentos al conservar la frescura y las vitaminas. Los procesadores ultrasónicos de Hielscher se utilizan para múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, como conservación e inactivación microbiana, homogeneización, estabilización y conservación de jugos, purés y batidos, extracción de sabores, maduración del vino y vinagre balsámico, refinación y saborización de alcohol, emulsiones de helados, extracción de algas para nutraceuticos, concha de chocolate para romper cristales de azúcar, licuefacción de miel, refinación de aceites comestibles.

Leyvitec Laboratorios es especialista en procesadores ultrasónicos para laboratorio y escala industrial. El poder ultrasónico es un medio eficaz y energéticamente eficiente para aplicar un alto esfuerzo de corte y un estrés intenso a líquidos, mezclas de polvo / líquido y lodos. Esto lo convierte en una alternativa diferente a los mezcladores de alto cizallamiento, homogeneizadores de alta presión y molinos de bolas. Las aplicaciones incluyen mezcla, dispersión, reducción del tamaño de partículas, extracción, reacciones químicas entre otras. Suministramos a diversos segmentos de la industria, como nanomateriales, pinturas y pigmentos, alimentos y bebidas, cosméticos, productos químicos y combustibles.

**Palabras clave:** ultrasonido, sonicación, cavitación.

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Industrial

## Desarrollo de un aditivo para la obtención industrial de botanas tipo totopos preparados con harina de maíz no nixtamalizado

J.C. Pescador-Piedra<sup>1,\*</sup>, I. Nava-Herrera<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departamento de Investigación y Desarrollo. Stern Ingredients México. Guillermo Barroso 16. Fraccionamiento Industrial Las Armas. Tlalnepantla. Estado de México. México.

\*jpescador@sterningredients.com.mx

### Resumen

Desde la antigüedad el proceso de nixtamalización se ha empleado para el cocimiento del grano de maíz para la preparación de harinas, tortillas, atoles, etc. Son diversos los beneficios que se obtienen a partir de dicho proceso. Desde el punto de vista nutricional por ejemplo, se incorpora calcio a los nutrientes presentes en la harina/masa de maíz. En las ventajas tecnológicas que se obtienen a partir de esta preparación, es bien reconocido que la influencia de la cal, el agua y la temperatura en la cocción del grano de maíz, modifica de manera significativa la consistencia, la viscosidad, la adhesividad y la cohesividad de las masas que se preparan a partir de la harina de maíz nixtamalizado o bien, del maíz nixtamalizado molido. No obstante a ello, hoy en día existen procesos de tipo industrial en los que el grano de maíz no se nixtamaliza, sino que el grano se muele, se separa la mayor parte del endospermo y se almacena molido hasta su utilización. El presente trabajo tiene como propósito exponer *grosso modo* la forma en que se diseñó un aditivo grado alimenticio que se incorpora en el proceso de mezclado/cocción en la preparación de botanas tipo totopos (snacks). El reto en el desarrollo del ingrediente consistió en generar una alternativa frente al uso de óxido (hidróxido) de calcio que brindara los mismos beneficios en las propiedades de las masas de maíz anteriormente citadas, evitando el resabio o el sabor residual que está vinculado al uso de la “cal” en el proceso de cocción del maíz. Los resultados que se exponen corresponden a las evidencias que fueron colectadas durante las pruebas realizadas tanto a nivel de laboratorio como a escala industrial.

**Palabras clave:** maíz, nixtamalización, proceso alternativo, snacks

**Modalidad:** Oral.

**Tópico:** Tecnologías Alternativas.

## Glifosato en nuestros alimentos, impacto en la industria del Maíz

*Diana Luque\**

*Eurofins Abraxis*

\*DLuque@abraxiskits.com

### Resumen

El Glifosato es un herbicida de uso común para eliminar malezas, su costo relativamente bajo y el hecho de que no afecta el desarrollo de los cultivos transgénicos (GMO) cuya presencia en los últimos años ha crecido de manera exponencial, ha hecho que la Agroindustria lo haya adoptado de manera rutinaria en sus sembradíos, mejorando así la eficiencia de sus cosechas. Sin embargo, estudios realizados por la WHO, al igual que otros entes regulatorios relacionan el Glifosato con serios problemas en la salud del ser humano, e inclusive de los animales. Actualmente la UE, Australia, Nueva Zelandia, Japón, USA, tienen restricciones tanto para cultivos GMO, como para los niveles permitidos de Glifosato, de acuerdo con las diferentes matrices de alimentos. Lo anterior significa un riesgo económico para los países que exportan al no cumplir con las normativas internacionales, sin contar con sus efectos en la producción de consumo local. Es por lo tanto importante, analizar cuáles son las alternativas analíticas para el análisis del Glifosato, cuya molécula es compleja y debe analizarse en diversas matrices de alimentos, como el maíz y sus derivados.

**Palabras clave** Glifosato, maíz, herbicidas, cultivos modificados, riesgo sanitario

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Aspectos biológicos

## Application of biofertilizer in maize grains and its effect on nixtamalized products

María del Carmen Valderrama Bravo

*Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán*

carmenvalde@yahoo.com.mx

The agronomic management of the maize (*Zea mays L.*) plant modifies the structure and composition of maize grain. In order to study the changes in flours, masa, and tortilla obtained from maize grains, the researchers conducted an experiment sowing maize seeds (hybrid AS-722) that were treated with biofertilizer of lamb manure and nejayote in a ranch. A factorial experimental design with two factors was carried out: nejayote (N0=0, N1=75 m<sup>3</sup>, and N2=150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and composted lamb manure (A0=0, A1=25 t, and A2= 50 t ha<sup>-1</sup>). Likewise, chemical fertilization 120N-60P-30P was used to compare. All treatments were mixed and fermented for 20 days. Hectoliter weight, flotation index, and moisture were analyzed on maize grains. Proximal Chemical Analysis, swelling power (SP), solubility index (WSI), and pasting profile were carried out for flours. Study of color and rheological were done for masa. Results showed that the maize grains are classified as hard and very hard. The protein content in flour obtained from maize grains treated with N2-A0 (10.36g/100g) and N1-A1 (10.17 g/100g) was higher than that seen in flour treated with chemical fertilizer (10.05 g/100g). The SP and WSI values were among 3.15-3.59 g/100g and 4.84-6.20%, respectively. The maize fertilized without nejayote showed the highest viscosity values and the lowest values were for chemical fertilizer (2816 mPa s) and N1-A2 (2498 mPa s). The “b” color parameter of the masa N0-A1 and N2-A2 showed the highest values, which indicated a yellower color in the masa. The highest elastic and viscous moduli were for the masa N1-A1, and N2-A1 and the lowest values were for the masa N2-A2. The highest concentrations of 150 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> for nejayote and the low levels for lamb manure 25 t ha<sup>-1</sup> (N2-A1) had a positive influence on the production of flours and masa.

**Key words:** nixtamalization, fermentation, nejayote, corn flour, corn masa.

**Modality:** ORAL

**Topic:** Traditional Nixtamalization.

## ¿Quién es quién en el desarrollo tecnológico de la tortilla y las máquinas tortilladoras?

**Juan de Dios Figueroa Cárdenas**

<sup>1</sup>\*Cinvestav Unidad Querétaro. Libramiento Norponiente No. 2000, Fracc. Real de Juriquilla, Querétaro, Qro., 76230. México: [jfigueroa@cinvestav.mx](mailto:jfigueroa@cinvestav.mx).

### Resumen

No hay duda, que el principal evento científico tecnológico de Mesoamérica fue la domesticación del maíz. Las investigaciones indican que la domesticación se gestó hace 9000 años en la ribera del río Balsas de Oaxaca, México dónde la participación de la mujer fue determinante, y su consumo inicial fue en palomitas. La memoria mitológica maya indica que Yum Kaak, Diosa del maíz y la floresta enseñó a domesticar el maíz. Después de 5900 años de ese evento se presentó otro desarrollo tecnológico con la invención de la nixtamalización con cenizas y fue llevada a cabo por las mujeres mayas. Las mujeres aztecas aproximadamente en el año de 1325 sustituyeron las cenizas por cal e inventaron la nixtamalización tradicional. La tortilla que es el producto estrella de este proceso la inventaron las mujeres tlaxcaltecas por esa misma época. En internet han aparecido varias voces que sugieren ‘sin sustento’ que los ancestrales procesos tecnológicos mecanizados de nixtamalización y producción de tortilla se alimentó directa e indirectamente de los conocimientos técnicos y máquinas de la industria panadera del mundo, en especial de Europa. Algunos, empresarios se adjudican el crédito de inventos de máquinas tortilladoras, molinos y otros equipos periféricos, así como procesos. Asumiendo válida esa hipótesis, la génesis de molinos, comales tortilladoras inventados en México para el procesamiento del maíz se remontarían a los antecedentes tecnológicos en los siglos XVIII y XIX, de la revolución industrial y debería haber evidencias como patentes, libros técnicos y otro tipo de información para corroborar la apropiabilidad del conocimiento. Sin embargo, no encontramos tales evidencias, excepto por el tornillo de Arquímedes, pero gratamente encontramos mucho talento inventivo en México, tal como 68 patentes mexicanas otorgadas solamente de 1859 a 1906 que fue el período de gestación de los molinos de nixtamal, y 110 Patentes mexicanas sobre molinos y mejoras solo de 1906 a 1950. Después de la invención del molino de nixtamal, otro invento que liberó a las mujeres del trabajo para hacer las tortillas y arraigó la mexicanidad en el mundo fue la tortilladora de aplástón. Las tortilladoras evolucionaron en tres direcciones: máquinas de aplastón; máquinas de rodillos laminados; y máquinas de molde. Esos tres conceptos y el concepto de horno mecánico evolucionaron en la consolidación de las tortilladoras automáticas con base a todos los inventos ya del dominio público de 1903 a 1950. La industria de la tortilla, nace en 1910 con las investigaciones tecnológicas para el desarrollo de la tortilladora con cabezal de rodillos laminados y cortadores de alambre. Esos inventos se gestaron desde principios de 1900 pero las máquinas ya integradas con el horno mecánico se comercializaron masivamente en 1950 como tortilladoras automáticas. María Agustina F. de Mejía inventó y patentó en 1903 los mecanismos (leva, cortador, sin-fin) usados actualmente en las máquinas comerciales Tipo Celorio. Se puede afirmar que el mayor aporte de la tecnología (conocimiento, procesos y maquinaria) de producción de tortilla ha salido de la inventiva de las mujeres mexicanas. Las máquinas y procesos actuales en su mayoría son adaptaciones de los inventos originarios desarrollados desde hace aproximadamente 100 años.

**Palabras clave:** Tecnología de la tortilla; Máquinas tortilladoras; Nixtamalización tradicional; Maíz.

**Modalidad:** Oral, Conferencia Magistral

**Tópico:** Industrial, Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies Nixtamalización

## Para Mejorar la Alimentación del Mexicano... ...Mejorar la Calidad de la Tortilla ...Ahorrando Agua y sin Contaminar

*Dr Roberto Gutiérrez-Dorado*

Programa Regional de Posgrado en Biotecnología y Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México.

[\\*robe399@hotmail.com](mailto:*robe399@hotmail.com)

El maíz es la base de la alimentación en México desde tiempos prehispánicos y es la principal fuente de calorías y proteínas para los habitantes de las zonas rurales y marginadas. Sin embargo, la calidad de las proteínas del maíz es pobre ya que son deficientes en lisina y triptófano, aminoácidos esenciales. Esto ha motivado por muchos años a los fitomejoradores a tratar de obtener variedades que ofrezcan un mejor mensaje nutricional. En México, el INIFAP y el CIMMyT han desarrollado híbridos y variedades de maíz de calidad proteínica (MCP ó QPM por sus siglas en inglés) con mayor cantidad (70-100%) de lisina y triptófano que los maíces comunes. Asimismo, el maíz mejorado genéticamente con el ADNc de la amarantina, es un material que se obtuvo por la inserción del ADNc de amarantina (proteína con un buen balance de aminoácidos) en el genoma de maíz; el cuál presenta mayor contenido de proteína (32%) y aminoácidos esenciales específicos (8-44%) comparado con el maíz no transformado. Además, este maíz mejorado genéticamente no induce alergenicidad, al igual que el maíz común. Por otro lado, el maíz criollo azul tiene alto contenido de compuestos fenólicos [ácidos fenólicos y antocianinas] relacionados con propiedades nutraceuticas sobresalientes, mientras que la adición de harinas de pseudocereales y leguminosas tienen potencial para mejorar la calidad nutricional/nutraceutica de harinas de maíz azul, por su mejor contenido de nutrimentos (principalmente proteína con mayor contenido de lisina), fibra dietaria y compuestos fenólicos con propiedades nutraceuticas diferentes a las de este maíz. En México, las tortillas son el principal producto obtenido a partir del maíz, de las cuales, el 42% se producen a partir de harina de maíz nixtamalizado (HMN). Sin embargo, la nixtamalización, el proceso presenta varias desventajas, como consumo alto de tiempo, energía y agua; además, produce grandes descargas de efluentes altamente contaminados (se contaminan 3-10 L de agua por kg de maíz procesado). La extrusión es una tecnología alternativa a la nixtamalización para producir tortillas, con menor degradación de nutrimentos y compuestos bioactivos, mayor digestibilidad proteínica, sin efluentes contaminantes y menor gasto de agua, energía y tiempo. En la presente conferencia se muestran resultados de investigación donde observa el potencial industrial que tienen el MCP y el maíz transgénico con expresión del ADNc de la amarantina para la obtención de harinas, aptas para la elaboración de tortillas con mayor contenido de proteína, lisina y triptófano, a través del proceso de extrusión. Se muestran resultados donde se observa la mejora de la calidad nutricional y nutraceutica de tortillas de harina de maíz criollo azul extrudido, debido al efecto de la adición de harinas de amaranto, chíá y frijol tépari extrudidos; estas tortillas fortificadas también tuvieron calidad tecnológica y sensorial aceptables. Con base en estos resultados de investigación, se concluye: 1) La sustitución paulatina del proceso de nixtamalización por el de extrusión (considerando el consumo de 1,400 millones de tortillas diarias) podría permitir el ahorro de 113,000 ton de agua diarios (113 millones de litros de agua diarios), sin la producción de efluentes contaminantes (dejaría de producirse aprox. 100 millones de litros de efluentes altamente contaminantes diariamente); 2) Harinas de maíces de calidad proteínica alta y mezclas de harina de maíz azul con harinas de amaranto, chíá y frijol tépari, elaboradas por el proceso de extrusión, son de mayor valor nutricional/nutraceutico y similar calidad tecnológica y sensorial que las elaboradas por la vía nixtamalización; 3) Estas tortillas, tienen el potencial para mejorar el estatus nutricional y prevenir/tratar enfermedades crónico degenerativas de los consumidores, principalmente de los Mexicanos.

**Palabras clave:** *Tortillas, Maíz de calidad proteínica, Maíz transgénico con amarantina, Maíz azul, Amaranto, Chíá, Frijol tépari, Extrusión*

**Modalidad:** Presentación Oral

**Tópico:** Nutrición, Tecnologías Alternativas

## **Generación de nuevos productos derivados del nejayote**

*J.A. Gutierrez-Uribe\**

Instituto Tecnológico de Monterrey, Departamento de Bioingeniería, Campus Puebla, Puebla, México.  
\*jagu@tec.mx

### **Resumen**

Tras la cocción alcalina del maíz se liberan compuestos fenólicos ligados que quedan en suspensión y solución en el agua de cocimiento. Además de la fibra que se pierde por el proceso de nixtamalización y lavado del maíz, una gran parte de los fitoquímicos quedan suspendidos en el agua empleada para dicho proceso. La fibra recuperada del nejayote puede ser utilizada en diferentes productos derivados de cereales sin la desventaja del sabor amargo o los colores oscuros que tienen otros productos similares. Por otro lado, los sólidos de la parte líquida del nejayote se pueden recuperar tras un secado por aspersión y ser utilizados como ingredientes bioactivos con una importante actividad antiinflamatoria. Sin embargo, la caracterización química de los materiales obtenidos es muy importante para poder establecer dosis seguras para las diferentes aplicaciones. Una alternativa para reducir el riesgo de una sobreexposición a los componentes bioactivos del maíz, es el diseño de sistemas de liberación controlada para con ello asegurar también que no el componente activo estará biodisponible por un periodo de tiempo mayor al que se tendría si dicho compuesto estuviera en su forma libre. El desarrollo de productos bioactivos derivados del nejayote es una manera sustentable de reducir el impacto al medio ambiente generado y recuperar el ácido ferúlico en sus diferentes formas para ser utilizado en beneficio de la salud.

**Palabras clave:** nejayote, ácido ferúlico, secado por aspersión, fibra, antiinflamatorio

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Aspectos biológicos

## La importancia de una molienda eficiente

*Rodrigo M. Ariceaga<sup>1</sup>, MOLITECNICA Srl*

Licenciatura en Ingeniería Industrial, UANE, Saltillo, México.

\* ariceaga@molitecnica.it

### Resumen

La Molienda juega un papel muy importante en el proceso de transformación de maíz a masa, o maíz a harina nixtamalizada, no solo por la necesidad de reducir en pequeñas partículas el grano a su forma maleable para preparación de alimentos, sino por el lograr dar y controlar un perfil del producto final deseado; hoy en día, alrededor del mundo, se reconoce el proceso de nixtamalización no solo por su auténtica y única caracterización en sabor y aroma, sino por su aprovechamiento del grano entero y sus virtudes nutritivas sobre las demás harinas convencionales; mucho de esto se debe a productos diversos como frituras o botanas, productos preparados y listos para consumo, tostadas y otros, lo que hace una variedad mayor de perfil de masas, buscando dar diferentes características en mordida, textura, resistencia y apariencia. Es por eso, que al tener bien definido el punto de la molienda, puede ser vital para un proceso eficiente en costos operativos, y en resultados de calidad.

Generalmente, tanto los procesos Industriales, de mediano comercio o caseros, enfocan toda la atención al cocimiento o nixtamalización, y aunque es también vital, punto crítico posterior es la molienda al tener ya un proceso controlado de cocimiento y reposo; la molienda puede afectar para mejora o viceversa, el resultado esperado, si no se lleva o se tiene un buen entendimiento del objetivo esperado y del funcionamiento y variables que este conlleva.

Existen hoy en día suficientes métodos y tecnologías para diversas aplicaciones en la molienda, lo que es muy importante, es identificar el objetivo esperado, y la aplicación posterior de la masa o masa-harina. Hay sistemas que funcionan en base de extrusión, de fricción, de impacto o simplemente presión, dando un resultado completamente diferente entre ellos, surgiendo así la importancia del entendimiento de una Molienda eficiente.

**Palabras clave:** molienda, eficiente, proceso controlado

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Industrial, Tecnologías Alternativas / Alternative Technologies, Nixtamalización tradicional / Traditional.



## **Proceso Sustentable en la Fabricación de Harina de Maíz Nixtamalizada: PRIME MASA**

*M.C. Carlos Noguera*

\*Buhler SA de CV, Primero de Mayo No. 1804, Col. Zona Industrial, Toluca, Estado de México, México, CP 50071

\*a.l.pineda@correo.com.mx

### **Resumen**

El proceso de fabricación de harina de maíz nixtamalizada tiene sus orígenes en la cultura azteca y sus usos dentro de la cocina son sumamente variados dependiendo del país. Hoy en día podríamos decir que el proceso de fabricación de harina de maíz nixtamalizada es tradicional, mismo que cuenta con sus características específicas. Sin embargo, el incremento de la demanda en el mercado de la tortilla, así como las circunstancias del mundo actual (competencia feroz, cambio climático, normas de seguridad alimentaria, etc.) nos invitan a realizar ajustes al modelo tradicional, de tal forma que el proceso de fabricación sea más eficiente, rentable y sustentable. Lo que nos lleva a preguntarnos, ¿es posible mejorar el método tradicional? La respuesta es sí. Existen técnicas innovadoras comerciales que pueden ayudar a resolver el problema. Bühler se enorgullece en compartir Prime Masa, nuevo modelo de fabricación, con grandes ventajas y aplicaciones en la industria.

**Palabras clave:** Molienda, prime masa, harinas, nixtamal

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Industrial

## Calidad de tortillas de maíz nixtamalizado con cenizas de olote

G. Vázquez-Carrillo<sup>1,\*</sup>, M. E. Rodríguez-García<sup>2</sup>, N. Palacios-Rojas<sup>3</sup> & D. Santiago-Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Maíz, INIFAP, Campo Experimental Valle de México Investigador

<sup>2</sup>Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM, Querétaro, México

<sup>3</sup>Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

\*[gricelda\\_vazquez@yahoo.com](mailto:gricelda_vazquez@yahoo.com)

### Resumen

La nixtamalización del maíz con cenizas, que se ha usado desde hace más de 6000 años, puede contribuir a reducir la contaminación que ocasiona el nejayote del proceso con cal. El objetivo fue evaluar el efecto de las cenizas de olote de maíz en variables de calidad del proceso de nixtamalización y sus tortillas. En el proceso de nixtamalización se evaluaron 2 factores: la concentración de cenizas y el tiempo de cocción mediante un diseño central compuesto y superficies de respuesta. En nixtamal, masa y tortillas se evaluó: pH, pérdida de materia seca (PMS), humedad y color, así como la fuerza de ruptura de las tortillas, su elasticidad y tenacidad, a las 2, 24 y 48 h después de elaboradas y almacenadas a 4°C. Las cenizas de olote tuvieron un elevado contenido de potasio, sílice, y fosforo. Tanto la concentración de cenizas como el tiempo de nixtamalización afectaron las variables del proceso y la calidad de las tortillas de maíz. La nixtamalización con cenizas redujo las pérdidas de materia seca, disminuyó el pH del nejayote y las tortillas fueron más opacas, con mayor ángulo de tono 'hue' y menor pureza de color 'croma', respecto al testigo con cal. El mejor tratamiento fue el de 5 % (p/p) de cenizas y 60 min de cocción, con él, se obtuvieron las tortillas más suaves y con mayor humedad. Con base en estos resultados, es posible sustituir la cal por cenizas de olote para nixtamalizar el maíz, con lo que se obtienen tortillas de buena calidad, se reducen las pérdidas de materia seca en el nejayote y la contaminación que conlleva el descarte del nejayote al drenaje público.

**Palabras clave/ Key words:** Minerales, pH, fuerza de ruptura

**Modalidad/Modality:** Oral,

**Tópico/ Topic:** Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies,



**CONFERENCIAS ORALES**  
**MARTES 22 OCTOBER, 2019**



## Situación actual de la Industria de la Masa y la Tortilla en México

*Tomás Puebla Salazar*

Industrial de la Masa y la Tortilla, Ciudad de México

### Resumen

La Industria de la masa y la tortilla de maíz en México ha transitado en los últimos años de un sistema rígido de control de precios, cuotas de producción, subsidios, etc. a un sistema de libre mercado, lo que ha propiciado la saturación del mismo con participantes que, en su gran mayoría, trabajan en la informalidad, generando una caída de los niveles de producción por establecimiento, guerras de precios, baja rentabilidad y una casi permanente situación de crisis.

Es por lo tanto, muy importante hacer análisis de los temas de abasto de maíz, sobre la producción nacional y mundial del grano, sobre los participantes de la cadena, es decir los productores del campo, comercializadores e industriales de la masa y la tortilla. Lo anterior se puede visualizar mejor a través de un análisis FODA para conocer la situación actual que atraviesa esta industria. En este trabajo se tratarán temas sobre productividad y eficiencias operativas de este giro resaltando la importancia de la investigación y desarrollo tecnológico en este campo así como de la capacitación y desarrollo del personal, se comentará sobre los canales de distribución de la tortilla tradicional y de la tortilla empacada, de la norma sanitaria NOM187 que aplica en la elaboración de la tortilla de maíz y otros derivados y finalmente se hará mención de algunos programas de apoyo que el gobierno de la república ha implementado en relación a esta industria.

**Palabras clave:** Maíz, Tortilla, Industria.

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Industrial

## Mercado justo para la tortilla de maíz

*Rafael Mier Sainz Trapaga*

Fundador y director de Fundación Tortilla de Maíz Mexicana. Maestría en Administración de Empresas, International Management Development Center EADA, Barcelona, España. rafa@tortillademaiz.org

### Resumen

A lo largo de los últimos años la producción y comercialización de tortilla de maíz en México han sufrido importantes cambios, lo cual genera la necesidad de revisar y efectuar importantes modificaciones a la regulación que rige la elaboración y venta de tortilla en México.

La regulación actual ha permitido el deterioro de la calidad e imagen de la tortilla de maíz, poniendo en riesgo la salud del pueblo mexicano y la permanencia de la tortilla de maíz como patrimonio fundamental de nuestra nación. La regulación, también genera incumplimiento de los derechos que garantiza la Ley de Protección al Consumidor y carece de elementos que aseguren un mercado justo para los diferentes actores que participan en el sector maíz-tortilla.

La tortilla de maíz en México se encuentra regulada a través de la NOM-187-SSA1/SCFI-2002. En 2019, dicha norma debió ser revisada de conformidad con el “Mecanismo para la revisión de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas”, sin embargo, fue ratificada sin considerar la relevancia de efectuar su revisión. Es por ello que a través de una iniciativa encabezada por Fundación Tortilla y respaldada por la Alianza por Nuestra Tortilla, se solicitó a los titulares de las Secretarías de Salud y de Economía la revisión y actualización de la norma. Esta iniciativa fue apoyada por más de 5,000 firmantes compuestos por consumidores, industriales de la masa y la tortilla, cocineras y cocineros tradicionales, chefs, restaurantes y asociaciones civiles. Así mismo, representantes de diversas agrupaciones del sector presentaron a su vez a las autoridades la necesidad de revisar la presente norma.

Entre las principales propuestas de revisión y actualización destacan: la necesidad de diferenciar comercialmente los tipos de tortillas que existen en el mercado; efectuar una revisión de los aditivos permitidos en la elaboración de tortillas así como delimitar el uso de los mismos; establecer requisitos de información comercial al consumidor y etiquetado; y determinar las sanciones y responsables del cumplimiento de la norma.

La Secretaría de Economía ha aceptado la propuesta de revisar la norma, para lo cual se ha conformado un grupo de trabajo que se encuentra desarrollando un preproyecto de norma que será ingresado al Programa Nacional de Normalización 2020. En la presente conferencia, el Maestro Rafael Mier compartirá con los asistentes al 8° Congreso Internacional de Nixtamalización los avances logrados a la fecha, así como invitar a los diferentes actores a colaborar en esta iniciativa que pretende lograr una regulación justa y eficiente para beneficio del sector maíz-tortilla.

**Palabras clave:** tortilla, regulación, normas, mercado justo

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Industrial, Nutrición/ Nutrition, Nixtamalización tradicional/ Traditional

## El nixtamal como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad

*Ma. Del Carmen Figueroa-González\**

<sup>1</sup> Responsable del proyecto de DIODATA, que promueve la preservación de los maíces criollos, cultivándolos libre de químicos, transformándolos en tortilla Nixtamalizada de maíz azul, libre de conservadores, en Zapopan, Jalisco. México

\*mcarfigo@hotmail.com

### Resumen

La nixtamalización es el romance en el cual el maíz recibe la humedad del agua y la fuerza de la cal al calor del fuego, adquiriendo el agua un color amarillo, para arropar por 12 horas al maíz que dormirá y amanecerá siendo nixtamal. Nixtamal blando pero fuerte, intenso en color y sabor, humectado y alegre. En este proceso el maíz absorbe calcio, hace biodisponibles aminoácidos importantes, el grano se humecta doblando su peso, la fibra que contiene el maíz se potencializa, así como todas sus propiedades, convirtiéndolo en un alimento fácil de digerir.

La Conferencia General de la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en su 32 reunión celebrada en París del 29 de septiembre al 17 de octubre del 2003, aprobó el texto de la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial y en su artículo 2do lo define y en esa definición encuadra la técnica de la nixtamalización. Esto es, porque la nixtamalización es una técnica que se ha transmitido de generación en generación, tiene un valor social y cultural, es la única técnica para obtener masa de calidad y con ella elaborar una auténtica tortilla, tiene un valor económico debido a que el maíz nixtamalizado es la materia prima para la elaboración de tortillas, atoles, tlacoyos, tlayudas, sopes, tostadas, totopos, dulces, tamales y gran variedad de alimentos. La técnica de la nixtamalización tiene gran importancia para todos los mexicanos y actualmente también para los no mexicanos; es ancestral y contemporánea, es integradora, ya que es similar en todas partes de México, es representativa y auténtica, y es el único proceso que garantiza mayor calidad nutricional comparada con el maíz que le da origen.

**Palabras clave:** Nixtamalización, maíz, tortillas, patrimonio cultural

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## Contribuciones Innovadores de Fácil Aplicación al Proceso de Nixtamalización

**Augusto Salvador Trejo González**

*Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología*

*Instituto Politécnico Nacional, Cd México*

La nixtamalización es un proceso antiguo de suma importancia en la dieta de los mexicanos. Sin embargo, este proceso no fue sujeto al estudio científico hasta décadas recientes. Los primeros investigadores de la nixtamalización incursionamos en el apasionante reto del razonamiento sobre los cambios físico-bioquímicos que acontecen al grano de maíz durante el proceso de nixtamalización. Primeramente, conocimos de los cambios que experimenta el almidón del grano, esto es una gelatinización química y extendimos la aplicación de la nixtamalización a otros granos ricos en almidón que experimentaron el fenómeno de gelatinización; se hicieron tortillas con mezclas de granos y maíz, e inclusive papa. Sospechamos que era innecesaria la aplicación de calor para el proceso, y se evidenció que es posible aplicar el proceso a temperatura ambiente con tiempos más largos, elaborándose tortillas semejantes a las tortillas producidas por el proceso tradicional. Como resultado de esta modalidad de nixtamalización se observó que el maíz expuesto en condiciones de germinación incrementaba la actividad de alfa-amilasa; esta modalidad se aplicó a cebada y también se acortó el tiempo de germinación. Cuando se aplicó otra modificación de nixtamalización utilizando hidróxido de magnesio, se produjeron tortillas insípidas al sabor típico de nixtamal, lo cual abre la enorme posibilidad de incursionar en el área de producción de tortillas “saborizadas”. Todo proceso como este requiere de hacerse integral, y se desarrolló una metodología para la reutilización múltiple del nexayote al proceso de nixtamalización. Todo estas modificaciones y adecuaciones al proceso de nixtamalización son de fácil aplicación en un molino-tortillería comercial. Estos hallazgos también nos permitieron indagar sobre los orígenes de la nixtamalización.

**Palabras clave:** Nixtamalización, tecnologías alternativas, proceso ecológico

**Modalidad:** Oral

**Tema:** Nixtamalización/ Tecnologías alternativas

## Stakeholder's Perceptions of Mexico's Federal Corn Flour Fortification Program: A Qualitative Assessment

A.W. Waller<sup>1</sup>, A. Dominguez-Uscanga<sup>2</sup>, E. Lopez-Barrera<sup>1</sup>, J.M. Andrade<sup>3</sup> & J.E. Andrade<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Candidate, Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA.

<sup>2</sup>Postdoctoral Researcher, Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA.

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Human Nutrition, University of Florida, Gainesville, FL, USA.

<sup>4</sup>Associate Professor, Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA.

\*jandrade@illinois.edu

### Abstract

The World Health Organization (WHO) has recommended government agencies to mandate food companies to fortify flours (i.e., corn, wheat) as an effective strategy for the global eradication of iron deficiency and its related diseases. Successful fortification programs require monitoring and evaluation. In Mexico, the fortification of corn and wheat flours with iron, zinc, and folic acid and the restoration of B-vitamins is a mandatory program, however, the monitoring and evaluation landscape is not well understood. The aim of the present work was to understand the monitoring and evaluation (M&E) landscape of this food fortification program, with an emphasis on understanding potential for technology research and development in M&E tools for food fortification programs. Open-ended exploratory interviews that ranged from 20 to 120 minutes were conducted with the following stakeholders: food technology representatives (n=7), food science academic faculty (n=1), president of a private tortilla making federation (n=1), and representatives of the federal monitoring agency (n=2). Interviews were transcribed and themes were identified using the content analysis methodology (thematic analysis). Inter-rater reliability was assessed by calculating an intraclass correlation coefficient (ICC) between the raters (n=3). A total of 49 codes were identified, which were grouped into 3 themes: manufacturing/processing, monitoring logistics, and nutrition and 13 concepts: basic knowledge of fortification processing, context of fortification program, corn flour value chain, fortification increases/decreases cost, iron deficiency in Mexico, lack of appropriate equipment, miscellaneous, monitoring, improved internal testing, program goals, mixing flour and masa in tortillas, and tortilla making variances. Overall ICC was 0.87, indicating a good inter-rater agreement. The present study can be used to inform food fortification policymakers of best practices, using Mexico as a case study.

**Key words:** iron fortification, corn flour, monitoring and evaluation

**Modality:** Oral

**Topic:** Nutrition



## La Cal, Uso Alimenticio e Importancia en la Nixtamalización

*Calidra, México*

*Lic. En Química Jorge Francisco Limón Pérez*

ameza@cali com.mx

La cal y la nixtamalización han ido de la mano desde la época prehispánica, ya que es el complemento necesario para poder consumir el maíz, además de aportar calcio a la masa dándole mayor valor nutricional, color, entre otros.

En la actualidad, se ha encontrado que la cal si es un factor importante en el producto final de la nixtamalización, tanto en aspecto como en el sabor, por lo que la industria de la cal ha incrementado la presencia de productos para este sector.

Además de lo anterior, la cal debe cumplir con regulaciones de cada país en cuestiones de pureza para que pueda ser de consumo humano, controlando la concentración del  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$  y la presencia de metales pesados como el arsénico, plomo, cadmio entre otros.

Las afectaciones de usar cales que estén fuera de estas características, además de no cumplir la ley, en México la NOM 187, es la generación de enfermedades, sobre todo cáncer, ya que está comprobado que los metales pesados ya mencionados son causantes del mismo.

**Palabras claves:** *cal, nixtamalización, leyes regulatorias*

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## Estudios sensoriales para determinar atributos de calidad y vida útil en tostadas de maíz nixtamalizado del sureste de México

G. Palacios-Pola<sup>1,\*</sup>, H.R. Perales-Rivera<sup>2</sup>, B.M. Díaz Hernández<sup>2</sup>, & A.N. Aguilar Roblero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad San Cristóbal, Chiapas, México.

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad San Cristóbal, Chiapas, México.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Ciudad Universitaria, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

\*[gabriela.palacios@estudianteposgrado.ecosur.mx](mailto:gabriela.palacios@estudianteposgrado.ecosur.mx)

### Resumen

Las razas de maíz con mayor frecuencia en Chiapas son Tuxpeño, Olotón y Comiteco, sus hábitats agrícolas predominantes están correlacionados con la altitud de la región donde se cultivan. En las regiones Altos y Meseta Comiteca las mujeres elaboran diversos productos derivados de la nixtamalización tradicional del maíz y las tostadas son el producto tradicional más importante, éstas tienen un tiempo de vida útil prolongado y demanda significativa. El objetivo del presente estudio es determinar los atributos de calidad y el tiempo de vida útil de tostadas de maíz nixtamalizado con diferentes grados de cocción a partir de pruebas sensoriales. Se procesaron cinco muestras de tostadas a partir de las razas Olotón y Tuxpeño, una de estas contenía manteca de cerdo y otra frijol.

Un panel de 10 jueces sensoriales entrenados de entre 18 a 20 años de edad fue empleado en el análisis descriptivo para determinar la vida útil cada mes durante 10 meses, además de un grupo de 100 participantes no entrenados que realizaron la prueba CATA (Marca todo lo que aplica) usando 24 descriptores determinados en las tostadas. De los atributos evaluados que se consideran importantes en la calidad de las tostadas de maíz se encuentran aroma a humo, dureza, sensación grasa y humedad. Cuatro tipos de tostadas tienen vida útil de 10 o más meses y la que contiene manteca 6 meses. En las tostadas de maíz recocado resalta la crujencia y el sabor a maíz comparadas con las que solo fueron nixtamalizadas, así mismo la adición de otros ingredientes aumenta el nivel de agrado de las tostadas.

**Palabras clave:** tostadas, estudios sensoriales, vida útil

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## La digestibilidad del almidón en tortilla de maíz: no es como la pintan

Luis Arturo Bello-Pérez

*Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Km. 6.5 Carr. Yautepec-Jojutla Col. San Isidro, C.P. 62731, Yautepec, Morelos, México.*

[labellop@ipn.mx](mailto:labellop@ipn.mx)

El almidón es el componente mayoritario en la tortilla de maíz y responsable de sus características funcionales como la textura y digestibilidad. A inicios de la década de los 90's, se encontró que el almidón presente en los alimentos es hidrolizado en el intestino delgado a diferente velocidad, por lo que se clasificó en: almidón de digestión rápida (ADR), que es hidrolizado y absorbido dentro de los primeros 20 minutos después de la ingesta del alimento; almidón de digestión lenta, que es hidrolizado entre los 20 y 120 min, con una hidrólisis lenta y sostenida a lo largo del intestino delgado, que no provoca picos de glucosa ni respuestas insulínicas elevadas; la fracción del almidón que resiste la hidrólisis por las enzimas digestivas es el almidón resistente (AR); el AR no es hidrolizado en el intestino delgado y llega al colon donde es sustrato para la microbiota, con producción de ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico), que se han asociado con prevención de cáncer de colon, disminución de lipoproteínas de baja densidad y saciedad. Los alimentos ricos en almidón, como las tortillas, pueden contener AR debido que durante su procesamiento el almidón es parcialmente gelatinizado, y adicionalmente sus componentes (amilosa y amilopectina) se reorganizan (retrogradación) cuando son enfriados y almacenados, por eso el aporte de glucosa hacia el torrente sanguíneo disminuye con el consumo de este tipo de tortilla. En los últimos 20 años, se han reportado estudios sobre la digestibilidad del almidón en tortillas, que incluyen cuantificación del AR, su velocidad de hidrólisis y la predicción del índice glucémico. Se ha estudiado la digestibilidad del almidón en tortillas de diferentes variedades de maíz (blanco, amarillo y pigmentados); se ha analizado el efecto del proceso de nixtamalización como el tradicional con cal, el uso de diferentes sales, el uso de harinas de maíz nixtamalizado, el efecto del tiempo de almacenamiento y el tipo de endospermo en el maíz.

**Modalidad:** Oral

**Palabras clave:** *Almidón resistente, digestibilidad, microbiota, hidrólisis*

**Tópico:** Almidón

## Propiedades Funcionales de Mezclas de Almidones

*Carlos A. Gómez Aldapa<sup>1\*</sup>, Heidi Andrea Fonseca Florido<sup>2</sup> Javier Castro Rosas<sup>2</sup>, Ma Guadalupe Méndez Montalvo<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Área Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

<sup>2</sup>CICA Saltillo, Coahuila. México.

<sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional. CICATA-IPN Unidad Querétaro, Querétaro, México.

[\\*cgomez@uaeh.edu.mx](mailto:*cgomez@uaeh.edu.mx)

Se estudio la mezcla de almidón de amaranto y de achira, dos fuentes no convencionales, con el propósito de evaluar el efecto de las interacciones granulares y moleculares sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales al mezclarse en diferentes proporciones. Las mezclas fueron evaluadas durante los tres procesos hidrotérmicos del almidón (gelatinización, gelación y retrogradación) a condiciones de exceso (95%) y limitación de agua (60%), mediante las técnicas morfológicas, moleculares, estructurales (la estructura fina de la amilopectina), fisicoquímicas, térmicas, y reológicas. El contenido de agua y la competencia por ella entre los dos almidones, generó diferentes niveles de desorganización durante el calentamiento y la absorción de agua, modificando el poder de hinchamiento de los gránulos y las propiedades térmicas durante el proceso de gelatinización. En las mezclas de almidón de amaranto y de achira se encontraron gránulos sin gelatinizar (estructura remanente) embebidos en la red tridimensional. La competencia por el agua y las diferencias en el contenido de amilosa y en el tamaño granular, limitó la cantidad de amilosa lixivada y por ende la conformación de geles. Durante el proceso de retrogradación, las mezclas presentaron un menor nivel de reorganización de las moléculas de amilopectina, en comparación a los almidones nativos, modificando el alcance de la reorganización de las moléculas en los geles de almidón durante el almacenamiento prolongado. De acuerdo al estudio realizado, se estableció un efecto no aditivo en condiciones de exceso y limitación de agua durante los procesos de gelatinización, gelación y retrogradación, como consecuencia de las interacciones granulares y moleculares alcanzadas por los dos almidones, provocadas por la presencia de estructuras granulares remanentes después del proceso de gelatinización, la competencia por el agua y las diferencias fisicoquímicas entre los almidones (tamaño y forma granular, patrón de difracción de rayos X, contenido de amilosa y longitud de cadena de la amilopectina).

Las mezclas de almidones de amaranto y achira permitieron obtener almidones con características fisicoquímicas y funcionales similares a las logradas con las modificaciones físicas (annealing (ANN) o heat moisture treatment (HMT)) y las modificaciones químicas (hidrólisis ácida, acetilación y entrecruzamiento).

**Palabras clave:** Propiedades fisicoquímicas y funcionales, de almidones.

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Almidón

## Physicochemical characterization of fractionated corn starch from thermal and electrosynthesis processes

*Julián de la Rosa-Millán*

Centro de Bioingenierías. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Tecnológico de Monterrey, Querétaro, México.

\*juliandlrm@tec.mx

### Abstract

Corn starch dispersions (30% W/V) were subject to thermal processing by incubation for 24h with continuous mixing (150 rpm) at temperatures above their glass transition ( $T_g$ ) ( $56\pm 2^\circ\text{C}$ ), aimed to promote leaching of amylose molecules from granules. An additional electrosynthesis (ES) treatment under the same conditions was performed and involved the application of an electrical current (12V and 0.1A), which was administered by two chromnickel H18N9 stainless steel probes (90 cm<sup>2</sup> contact area), aimed to facilitate the agglomeration of leached structures occurred during the incubation process. Dispersions were centrifuged (9000  $xg$ , flow rate of 1 Lt/min); from which a light (LF) and heavy fractions (HF) with or without ES were obtained; that were either spray dried (120 and 80°C inlet and outlet temperatures, flow= 500 mL/min) and vacuum dried (50°C, 24h), respectively. The yield, morphology, amylose content, viscosity profile by RVA and thermal characteristics by DSC were analyzed. The morphology of the LF showed hollow-like structures, with diffuse birefringence; whilst the HF showed agglomerated particles with apparent crystalline order. The amylose content showed differences caused by thermal treatment, with values 58.1 and 11.19% for native starch, LF and HF; and, where electrical current was applied this values increased to 74.26 and 14.11%, for the same fractions. Such characteristics affected the viscosity, that was directly dependent of the amylose content. The  $\Delta H$  (J/g) decreased in thermal treated materials (11.05 to 2.89 and 4.66 J/g for native, LF and HF, respectively), reflecting partial disruption of crystalline structures; furthermore, ES increased this value to 4.26 and 7.51 J/g in LF and HF fractions, implying an improved rearrangement of starch structures. The production of these materials may be of industrial interest and lead to new applications where amylose or amylopectin rich ingredients are needed, without the use of chemical reagents or GMO crop sources.

**Key words:** Corn starch, thermal properties, viscosity, electrosynthesis

**Modality:** Oral

**Topic:** Starch

## Influence of refrigerated storage on the physicochemical and nutritional composition on nixtamalized and commercial tortilla flours

María de los Angeles Cornejo-Villegas<sup>1\*</sup>, E. Gutiérrez-Cortez<sup>1</sup>, M. Mendoza-Avila<sup>3,4</sup>, A. Del Real-López<sup>2</sup>, J.I. Rojas-Molina<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Molecular de Materiales y Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, Querétaro C.P. 76230, México

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias Químico-Biológicas, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n, Las Campanas, C.P. 76010 Santiago de Querétaro, Qro., México

<sup>4</sup>Laboratorio de Investigación Química y Farmacológica de Productos Naturales Facultad de Química Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las Campanas S/N. C.U., C.P. 76010 Querétaro, Qro. México

\*[angicornejo@gmail.com](mailto:angicornejo@gmail.com)

The corn-tortilla is a product consumed by Mexican and Latin-American populations; This food has a short shelf-life, presenting a hardening; as a result, it is friable. The loss-moisture generates starch-modifications, such as retrogradation, modifying its physicochemical and nutritional properties. Therefore, the objective of this study was to evaluate the physicochemical and nutritional properties of flours obtained from hardened nixtamalized tortillas-(NTF) and hardened commercial tortillas-(CTF) stored at 4°C for 7, 15, and 30 days. The milling tortillas were characterized by measuring viscosity-(V), particle size distribution-(PS), color, water absorption index-(WAI), water solubility index-(WSI), and calcium content. Also, proximal chemical analysis-(CA), scanning electron microscopy-(SEM) and infrared spectroscopy-(FTIR) were conducted. The viscosity profile of samples showed that NTF developed a higher viscosity in comparison to (CTF), except for commercial flour (CF) that developed 5000 mPa\*s. The NTF showed the highest WAI value after 30-days of storage (5.8 %), while the CTF showed the lowest WSI value (3.3 %) at the same time as the room. The luminosity values for NTF and CTF were lower than the values observed in nixtamalized corn flour (NCF) and CF. Calcium content in NTF was significantly higher than those detected in CTF (0.19 and 0.11 %, respectively). The results of the CA revealed no significant differences in protein, moisture and fat content between NTF and CTF. Nevertheless, the crude fiber content in samples increased during storage from 2.13 to 4.13 in NTF, and from 2.21 to 4.13 in CTF. The micrographs of samples evidenced a more significant disorder of starch granules arrangement in NTF than that observed in CTF. FTIR showed a band at 1047 cm<sup>-1</sup> in NTF that is related to the crystalline region of retrograded starch, this band was absent in CTF. These results support that NTF has functional and nutraceutical properties that can be used for new products.

**Palabras clave/ Keywords:** Nixtamalized tortilla flours, milling, physicochemical-nutritional properties, retrograded starch.

**Modalidad/Modality:** Oral, **Tópico/ Topic:** Tortillas

## La viscoelasticidad y el perfil de textura en la evaluación de la calidad de la masa de maíz nixtamalizado

*B. Ramírez-Wong*

*Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, México.*

*\*bramirez@guaymas.uson.mx*

### Resumen

La tortilla de maíz y otros productos nixtamalizados son elaborados a partir de la masa, la cual es obtenida a través del proceso tradicional o utilizando harina producida industrialmente. Además, hay otros procesos de nixtamalización no comerciales en donde se produce la masa, como es el caso de los procesos ecológicos y de extrusión. Uno de los aspectos más críticos de la calidad de la masa son sus propiedades reológicas y texturales: cuando la masa tiene la textura apropiada, esta se puede moldear adecuadamente en discos que luego pasarán a hornearse para obtener la tortilla; por otro lado, si la masa no tiene la textura apropiada, esta se pegará (exceso de adhesividad) a los rodillos o tendrá poca cohesividad (poca humedad) y no formará discos. En ambos casos se obtendrá una tortilla de mala calidad. Actualmente la textura de la masa se evalúa ya sea manualmente por los operadores de las tortillerías o utilizando diferentes métodos instrumentales fundamentales o empíricos. El objetivo de este trabajo es describir la utilidad que tiene evaluar la reología de la masa con un método fundamental como es el dinámico y uno instrumental empírico como es el de perfil de textura (TPA, por sus siglas en inglés), y conocer la relación entre ellos. Con el método dinámico en modos de barridos de frecuencia o temperatura se determinan los módulos de elasticidad ( $G'$ ) y de viscosidad ( $G''$ ) y la relación entre ellos ( $\tan \delta = G''/G'$ ). Por otro lado, el TPA es un método empírico de compresión de dos compresiones, del cual se obtienen 7 parámetros texturales entre los que se incluyen dureza, adhesividad y cohesividad. Ambos métodos se pueden aplicar a la masa de maíz nixtamalizado y relacionar los resultados a la maquinabilidad que tendría para formar discos en los rodillos durante el proceso de la tortilla. En la exposición de este trabajo se presentará la aplicación de ambos métodos en masas obtenidas de procesos comerciales y experimentales, con y sin aditivos y el efecto que tienen algunos de estos factores sobre la reología y textura de la masa de maíz nixtamalizada.

**Palabras clave:** masa, viscoelasticidad, textura

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Aspectos fisicoquímicos



**CONFERENCIAS ORALES**  
**MIÉRCOLES 23 OCTOBER, 2019**

## **Extrusión alcalina de maíz y otros granos: Investigación multiplagiada pero solamente aplicada en el extranjero**

**María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa, Rolando Salvador García-Gómez, Miguel Rangel-Silva, Salvador Alejandro Sánchez-Tovar**

*Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, 04510 Ciudad de México, México  
mcduran@unam.mx*

### **Resumen**

Desde 1971 se desarrolló la tecnología de extrusión alcalina y se aplicó a maíces opacos, más susceptibles al ataque de plagas, presentando los primeros resultados en 1976 y, una vez establecido el proceso para varios tipos de granos, después de solicitar su protección con una patente en 1978, se dio a conocer en EE.UU. y Canadá, además de México. Su aplicación se dio rápidamente en los EE.UU. pero en México no ha avanzado como debiera dada la bondad de esta tecnología, que no solamente es aplicable al maíz sino a muchos otros granos (cereales, leguminosas, oleaginosas, etc.), así como a esquilmos agroindustriales (como el salvado de arroz). En esta presentación se da el contexto histórico, el desarrollo de esta tecnología, su aplicabilidad y bondades y, sobre todo su futuro esperanzador a la luz de los nuevos cambios en México. Se presentan cuatro estudios de caso: (1) Maíz normal y con gene Opaco-2, (2) sorgo, (3) frijol endurecido y (4) Amaranto-chía. Los resultados de los tres primeros tres estudios de caso han sido ya publicados desde 1979 hasta 2004 pero, desafortunadamente, no son conocidos por las nuevas generaciones. El cuarto ejemplo permite mejorar la calidad del producto final al adoptar una combinación del reventado (*izquiltl*, en náhuatl) con la extrusión alcalina para mejorar la calidad nutritiva. Por ello, se dan datos actualizados para realmente aplicar la extrusión alcalina en el campo, en las zonas productoras de maíz de buena calidad, para que los productores y sus familias consuman internamente y vendan directamente productos listos para su consumo obteniendo el valor agregado que merecen por su trabajo agrícola.

**Palabras clave:** Extrusión alcalina, maíz, frijol, amaranto-chía

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies



*Del almidón a la tortilla*

*From starch to tortilla O-MI-010*

## **Nixtamalización: alternativas tecnológicas**

*Eduardo Morales-Sánchez*

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, CICATA-IPN, Querétaro,  
Querétaro, México  
\*emoraless@ipn.mx

### **Resumen**

El proceso de nixtamalización tradicional para obtener masa de maíz presenta ventajas desde el punto de vista nutricional y desventajas en el proceso como: uso excesivo de agua, largo tiempo de procesamiento, bajo aprovechamiento energético, pérdida de nutrientes, así como generación de efluentes contaminantes. Para disminuir o evitar estas desventajas varios investigadores han propuesto modificaciones al proceso de nixtamalización así como propuestas de uso de tecnologías emergentes. La presente plática tratará sobre esas propuestas que se han reportado para modernizar el proceso de nixtamalización: el principio de funcionamiento de cada tecnología, como se ha implementación en la nixtamalización y las características del producto obtenido.

**Palabras clave/ Key words:** nixtamalización, tecnologías alternativas, calidad.

**Modalidad:** Ponencia Oral

**Tópico:** Tecnologías Alternativas



*Del almidón a la tortilla*

*From starch to tortilla O-MI-009*

## **Modernización de la industria de la masa y la tortilla mediante el uso de la tecnología de calentamiento óhmico**

*Marcela Gaytán Martínez\**

Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro

\* marcelagaytanm@yahoo.com.mx

### **Resumen**

La tortilla es la fuente principal de calcio y en gran medida de proteínas de la población mexicana. El proceso de nixtamalización se utiliza desde tiempos pre-hispánicos para producir tortilla. El método ha sufrido pocos cambios a lo largo del tiempo, por lo que actualmente presenta desventajas tecnológicas como: baja eficiencia energética, alto consumo de agua y generación de efluentes contaminantes. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como propósito mostrar los avances que se han tenido al aplicar una tecnología de vanguardia, como lo es el calentamiento óhmico en un esfuerzo de modernizar el proceso de obtención de harinas de maíz, masa y tortillas.

**Palabras clave/ Key words:** nixtamalización, tortillas, calentamiento óhmico, tecnología ecológica.

**Modalidad:** Oral-Magistral

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## El calentamiento óhmico como tecnología limpia para preservar compuestos bioactivos durante la nixtamalización.

A.K. Ramírez-Jiménez<sup>1</sup>, J. Rangel-Hernández<sup>2</sup>, E. Morales-Sánchez<sup>3</sup>, M.L. Reyes-Vega<sup>2</sup> & M. Gaytán-Martínez<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología-FEMSA. Monterrey, N.L., Mexico.

<sup>2</sup> Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro Qro

<sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional, CICATA-IPN Unidad Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro

\*marcelagaytanm@yahoo.com.mx

### Resumen

El calentamiento óhmico (CO) continuo es una tecnología emergente que no genera efluentes contaminantes y tiene un uso energético altamente eficiente. Se considera una alternativa a la nixtamalización tradicional permitiendo la obtención de harinas de maíz instantáneas en tiempos muy cortos, lo cual conservaría los compuestos bioactivos termolábiles. Para comprobar lo anterior, se realizaron estudios para evaluar los cambios en contenido nutrimental y compuestos bioactivos de harinas de maíz nixtamalizadas por calentamiento óhmico (HCO). Se utilizó un cocedor óhmico al que se alimentó una premezcla de maíz molido (3mm, 5 rpm), 0.3% cal y 50% de humedad, y se procesó a 85°C, 20 VACs, 60hz. Se efectuaron: análisis proximal, fibra dietética, fenoles totales, flavonoides totales a las HCO y una harina control nixtamalizada tradicionalmente (HNT). La fracción libre y ligada de compuestos fenólicos se analizó por HPLC-DAD para identificación de compuestos individuales y se evaluó la capacidad antioxidante por ABTS y DPPH. La microestructura de las harinas se determinó por microscopía electrónica de barrido. Las HCO tuvieron un contenido mayor de compuestos fenólicos ligados y flavonoides totales ( $p < 0.05$ ) que las HNT. Las HCO preservaron el doble de ácido ferúlico en la fracción ligada y conservaron más ácido gálico en la fracción libre. La capacidad antioxidante (DPPH) fue mayor en el extracto de fenoles ligados de las HCO. EL CO no tuvo efecto sobre los macronutrientes de las harinas, teniendo el mismo perfil nutricional que las HNT, mientras que las HCO conservaron el doble de fibra dietética. Las micrografías mostraron un efecto del campo eléctrico en los gránulos de almidón de las HCO atribuido a un proceso de electroporación. El CO demostró ser una alternativa para la producción de harinas instantáneas sin alterar su composición nutricional y mejorando su perfil de compuestos bioactivos.

**Palabras clave:** Harinas instantáneas, calentamiento óhmico, compuestos bioactivos, maíz

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## Generación de maíces especializados para el desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticos derivados de la nixtamalización y diversos procesos industriales

*Ricardo Ernesto Preciado Ortiz\**

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.

\*repreciado@yahoo.com

### Resumen

El maíz en México presenta oportunidades para contribuir al desarrollo tecnológico del mundo con la generación de alimentos funcionales y nutraceuticos así como el desarrollo de nuevos productos derivados de la nixtamalización y otros procesos industriales. En la actualidad, en diversas instituciones del país se han consolidado y fortalecido diversos grupos de investigación que han aportado al mundo nuevo conocimiento científico y tecnológico que impactará en la salud y alimentación de la población mundial. Por otro lado, producto de más de 9,000 años de evolución y domesticación del maíz en México, existe a lo largo y ancho del país una gran diversidad genética, que a través de su utilización en conjunto poblaciones mejoradas de maíz se tiene la oportunidad de “confeccionar” maíces especializados, a través de diversas metodologías de mejoramiento genético, que con la interacción y asistencia de los grupos de investigación de diversas instituciones, contribuyan de manera sinérgica al desarrollo de conocimiento científico y tecnológico del maíz. El Programa de Mejoramiento Genético de Maíz del INIFAP con sede en el Campo Experimental Bajío, tiene como estrategias para hacer más redituable y competitivo el cultivo de maíz: a) incrementar la producción unitaria, b) buscar un valor agregado del producto, c) reducir costos de producción y d) reducir riesgos del cultivo. Las líneas de investigación del programa se han enfocado al desarrollo de 1) Maíces con alto contenido de aceite, 2) Maíces de alta calidad de proteína, 3) Maíces blancos para Tortilla (Tradicional) y Harinas Nixtamalizadas, 4) Maíces pigmentados y pozoleros, 5) Maíces palomeros, 6) Maíces dulces, 7) Maíces amarillos, 8) Maíces forrajeros, entre otros. Con base en lo anterior, se puede afirmar que: Existe el germoplasma nativo y mejorado en México y la capacidad técnica, interdisciplinaria e interinstitucional, para desarrollar metodologías que generen maíces funcionales nutritivos, nutraceuticos y con valor agregado que sean competitivos en diversos componentes de producción de la cadena agroalimentaria e industrial de maíz en México.

**Palabras clave:** Maíz mejorado, propiedades nutraceuticas, germoplasma

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nutrición

## Efecto de la germinación con selenio sobre las propiedades tecnológicas y perfil fitoquímico de tortillas de maíz

*D. Guardado-Félix<sup>1,2</sup>, E. Pérez-Carrillo Esther<sup>1</sup>, M. Antúnez-Ricardo<sup>1</sup>, E. Heredia-Olea<sup>1</sup>, & S.O. Serna-Saldivar<sup>1,\*</sup>*

<sup>1</sup>Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, C.P. 64849 Monterrey, NL, México.

<sup>2</sup>Programa Regional de Posgrado en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, FCQB-UAS, AP 1354, CP 80000 Culiacán, Sinaloa, México.

\*sserna@tec.mx

### Resumen

El consumo de alimentos enriquecidos con selenio (Se) promueven la salud de las personas a través de los sistemas antioxidante e inmune. Granos de maíz blanco fueron germinados después del remojo con diferentes concentraciones de selenito de sodio  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (0, 12 y 24 mg/L agua) durante 3 días a  $23 \pm 1$  °C. Posteriormente fueron utilizados para la elaboración de tortillas utilizando el método tradicional de nixtamalización. El contenido total de selenio, compuestos fenólicos libres/ligados y almidón, así como, actividad de  $\alpha$ -amilasa, perfil de RVA, digestibilidad *in vitro* de proteína, TPA y análisis sensorial fueron evaluados. El contenido de Se total y compuestos fenólicos fueron analizados mediante ICP-MS y HPLC-SFC. El contenido de Se total en germinados incrementó de 0.15 a 0.56 y 0.72  $\mu\text{g/g}$  bs y en tortilla de 0.075 a 0.33 y 0.56  $\mu\text{g/g}$  bs en los tratamientos con ambas dosis de Se, comparados al control. Los tiempos de cocción del nixtamal disminuyeron significativamente de 40 a 11, 7 y 4 min para los germinados de 1, 2 y 3 días. La actividad de  $\alpha$ -amilasa incrementó con el contenido de Se y el tiempo de germinación, observándose una caída de la viscosidad. La digestibilidad de proteína es similar los todos los tratamientos. El contenido de almidón disminuye con la germinación. TPA incrementa con la germinación y alta dosis de Se. Los ácidos ferúlico y sinápico fueron los principales compuestos identificados en germinados y tortillas. Los compuestos fenólicos libres y ligados incrementan (77.5%) principalmente por el proceso de germinación al tercer día. En tortilla el contenido total de compuestos libres y ligados es similar en todos los tratamientos. Tortillas elaboradas con maíz germinado con 12 mg de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ /L agua, mostraron los valores más altos en términos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. Las tortillas de maíz germinado enriquecido con selenio es una excelente alternativa para incrementar el consumo de selenio dietario y compuestos antioxidantes.

**Palabras clave:** Tortilla; Maíz; Selenio.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## **Bioactive compounds in a nixtamalized corn (*Zea mays* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) snack. *In vitro* and *in vivo* models**

**Ma. Guadalupe Loarca Piña<sup>\*</sup>, Iván Luzardo Ocampo, Astrid Domínguez Uscanga**

Facultad de Química, Programa de Alimentos del Centro de la República, Universidad Autónoma de Querétaro, Qro., México.

\*loarca@uaq.mx

### **Abstract**

Worldwide demand for hypercaloric snacks has stimulated the generation of new snack alternatives that not only produce satiety but also health benefits, especially those linked to the prevention to develop chronic-non communicable diseases (NCDs). Impacting inflammation might be a suitable target since NCDs are originated by an inflammatory condition. Inclusion of corn (*Zea mays* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for the manufacturing of healthy snacks are a proper strategy for reducing the risk to develop NCDs due to their content of bioactive compounds such as phenolics and dietary fiber. Nixtamalization significantly improve the nutritional profile of corn increasing their protein value and adding calcium to the food matrix. Our research group proposed a baked nixtamalized corn and cooked common bean chip as a healthy option for the amillorate the dislipidemia and chronic intestinal inflammation, evaluated on *in vitro* and *in vivo* models. An *in vitro* model of inflammation (LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages) showed significant ( $p < 0.05$ ) reduction of pro-inflammatory factors such as nitric oxide, hydrogen peroxide and proteins associated with inflammation (TNF- $\alpha$ , TIMP-1). The evaluation of the snack consumption in an *in vivo* model of chronic colitis showed lessening of body and spleen relative weight, colonic shortening, production of pro-inflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-6, and MCP-1), and reduced the expression of colonic genes associated with the TNF- $\alpha$  and IL-1 $\beta$  pathways. In an *in vivo* model of dislipidemia, the consumption of the snack reduced body weight gain, serum cholesterol and triglycerides, blood glucose, attenuated lipid accumulation, and induced the differential expression of 529 genes in liver, whereas *PPAR $\gamma$*  and key lipogenic liver genes were modulated. These results suggest that the proposed snack is successful reducing chronic colitis and lipid accumulation modulating pro-inflammatory-associated mechanisms, and might be beneficial as a healthy snack preventing pro-inflammatory conditions.

**Key words:** Corn (*Zea mays* L.), common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), nixtamalization, snack.

**Modality:** Oral

**Topic:** Nutrition

## Tortillas obtenidas con harina de tortilla y enriquecidas de amaranto

*Franco-Colín, B. K.<sup>1,\*</sup>, Quezada-Viay, M. Y., Jiménez-Ambriz, S., Pahua-Ramos, M. E., Fuentes-Romero, M. E., Valderrama-Bravo, M.C.*

*Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Unidad de Investigación en Granos y Semillas. Av. Jiménez Cantú s/n, Cuautitlán Izcalli, Edo. Mex. C.P. 54729. [brenda.francoc@gmail.com](mailto:brenda.francoc@gmail.com)*

### Resumen

El principal problema de la tortilla es el endurecimiento provocado por la retrogradación del almidón, presentando cambios en la vida útil y la textura. Dentro de estos cambios se encuentra el aumento de almidón resistente el cual presenta efectos similares a la fibra dietética. El objetivo del trabajo fue evaluar los cambios fisicoquímicos, químicos y reológicos de tortillas de maíz adicionadas con hidrocoloides y enriquecidas con amaranto, elaboradas con harina de tortillas para desarrollar un producto de maíz con mayor contenido de proteínas y almidón resistente. Se efectuaron pruebas subjetivas para la selección del porcentaje de hidrocoloides a utilizar, el tratamiento seleccionado fue el que contuvo 0.7 % de goma xantana y CMC, posteriormente se realizaron 6 tratamientos diferentes donde se varió la cantidad de la harina de amaranto añadida en un porcentaje de (0, 1, 2, 3, 4, 5%). Se evaluó el perfil de viscosidad de las harinas, viscoelasticidad de las masas, amilosa, amilopectina, almidón retrogradado y composición química de las tortillas con amaranto. Los resultados obtenidos mostraron que la adición de amaranto disminuye la viscosidad aparente de las harinas; las variaciones viscoelásticas (módulo  $G'$  y  $G''$ ) nos indican que hay variaciones estructurales debido al aumento del amaranto. Respecto a la evaluación fisicoquímica, los hidrocoloides aumentan la retención del agua y humedad, el almidón retrogradado (AR) aumenta; al contener en mayor parte amilopectina favoreció el aumento de la fracción de almidón de digestión lenta (ADL) y AR. Es posible realizar una tortilla adicionada con un aproximado de 2% de amaranto la cual la mezcla de sus componentes poseen características reológicas y fisicoquímicas más estables además de un valor nutritivo mayor al de una tortilla de maíz nixtamalizado.

**Palabras clave:** Almidón, Tortilla de maíz, Amaranto, Hidrocoloides, Propiedades reológicas

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Fisicoquímica

## Effect of Nixtamalization on Physicochemical and Functional Properties on Popcorn Flakes

R. A. Aragón Romero<sup>1,\*</sup>, J. D. Figueroa Cárdenas<sup>1</sup>, J. F. Pérez Robles<sup>1</sup>, & J. J. Véles Medina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Querétaro, México.

\*ruth.aar@hotmail.com

### Abstract

Popping is an ancient procedure to process maize, dated 7200 years old. Today, popcorn flakes are not only the oldest but the most popular worldwide snack food with consumption increasing over time. Although popcorn quality was never related to the functional food concept, the interest in functional foods had a growth because of health issues, especially problems of obesity in children due to the high consumption of junk snacks. Since nixtamalization is a method of mineral fortification and processing, this work aimed to study the effect of nixtamalization on the physicochemical and functional properties of popcorn (Pending Patent). Traditional and ecological nixtamalization processes were carried on popcorn kernels, with 1:2 popcorn:1% w/w calcium source solution. The kernels were dried at 80°C for two hours after 16 h of steep. They went through conditioning to reach 14% moisture and popped after a day. Flakes from CaCl<sub>2</sub> treatment showed an increment of 56% of flake size, they reached 111% the yield of untreated popcorn control, were 50% less hard, and 44% crunchier compared to untreated popcorn. Concluding, flakes from CaCl<sub>2</sub> treatment showed the best performance based on the quality of popped popcorn, the presence of RS5-1 (0.43 J/g) and RS5-2 (0.59 J/g). Even though this was the first attempt to produce functional popcorn without toppings, results endorse that nixtamalization is a great option as a pre-popping treatment because it increases not only physical properties but also its functional properties such as resistant starch, crude fiber and calcium content.

**Key words:** Nixtamalization, Popcorn, Popcorn Quality, Functional Snack.

**Modality:** Oral

**Topic:** Alternative Technologies.

## Physicochemical characterization of a puffed corn-amaranth cereal for breakfast with low glycemic index and high nutritional value

Elsa Gutiérrez-Cortez<sup>1\*</sup>, Miguel Reyna-Granados<sup>1</sup>, Ma. De los Angeles Cornejo-Villegas<sup>1</sup>,  
Martín R. Porrás-Godínez<sup>2</sup> A. Del Real-López<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México.

<sup>2</sup>Departamento de Fisicoquímica, FES-Cuautitlán, Laboratorio Fisicoquímica Edificio de Investigación, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México.

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Molecular de Materiales y Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, Querétaro C.P. 76230, México.

\*[elsaneqpm@yahoo.com.mx](mailto:elsaneqpm@yahoo.com.mx)

**Abstract**In the last decades, there has been scientific interest in understanding the physicochemical changes in food, their importance in the diet and the need to know its evolution during the transformation processes. Currently, corn products have overflowed Mexico borders. The objective of this project was to develop a breakfast cereal with mixtures of corn-amaranth flour with a low glycemic index and a high nutritional value.

The popped amaranth was grounded in a Pulvex 200, then a hydrothermal treatment was applied. With corn-amaranth formulations, 30:70, 20:80 breakfast cereals were made in an extruder with 9 and 11 blades. The expansion rate of the baked cereal was evaluated with a vernier and hardness with a Brookfield CT3 texture analyzer. The flours were analyzed in a MCR 102 Compact Rheometer obtaining his viscoamylographic profile, phase transitions were obtained with Instruments SDT 2960 calorimeter. The morphology and internal porosity of the cereal by a JSM 5600LV scanning electron microscope. The best formulation was 30:70 with 11 blades, presenting a 78% expansion rate, a water activity (Aw) of 0.13, the highest milk and yogurt absorption rate, a lower hardness of 13.71 N, a 17.71% protein content, 90% digestibility and more homogeneous porosity. The treated flour had a zero viscosity, which indicates that the functional properties are not granted by its starch, but by the proteins, due to the calorimetric analysis shows that it was gelatinized during popped. The flours presented an endothermic signal on the thermograms, this is attributed to a conglomerate formed by the 11S and 7S protein fractions that are part of the globulins. The morphological analysis into the cereal was evidenced with micrographs. The 30:70 cereal with 11 blades has a more homogeneous porosity.

**Keywords:** Amaranth, breakfast cereal, corn

**Modalidad/Modality:** Oral

**Tópico/ Topic:** Engineering

## **Tortilla: Excelente vehículo para mejorar el estado nutricional de los mexicanos**

**Jorge Milán Carrillo**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
Universidad Autónoma de Sinaloa  
*E-mail: [jmilanc@uas.edu.mx](mailto:jmilanc@uas.edu.mx)*

### **RESUMEN**

La gran diversidad genética de razas y genotipos de maíz en México es el resultado de trabajo que heredamos de nuestros ancestros, quienes lograron el cultivo de este cereal mediante cruzamiento y selección de semillas. México es considerado como el país con mayor diversidad de recursos genéticos de maíz, con alrededor de 59 razas de maíces criollos. Entre estas razas, se clasifican a los maíces especiales o criollos pigmentados.

La producción de tortillas de maíz en México y América Latina se basa en el proceso de nixtamalización que consiste en la cocción con cal de granos de maíz maduros. Este proceso milenario fue crucial para el desarrollo de las culturas mesoamericanas como la Azteca y Maya porque la comida resultante tenía mejores atributos nutricionales y culinarios en comparación con el maíz crudo. Este proceso fundamental ha contribuido a la alimentación y el mantenimiento de muchos habitantes de los países latinoamericanos y recientemente como uno de los principales procesos para la producción relevantes de alimentos industrializados y botanas.

Hoy en día, el consumo de productos de maíz se ha asociado con la reducción de enfermedades crónico- degenerativas y anticarcinogénicas. Lo anterior se atribuye a la presencia de fitoquímicos, como compuestos fenólicos (antocianinas, ácidos fenólicos), fibra dietaria, carotenoides, vitamina E y A.

En presente trabajo se dan a conocer perfiles y niveles de fitoquímicos en tortillas de maíces criollos pigmentados y se relación propiedades nutraceuticas como actividad antioxidante y efecto anticarcinogénico. La información presentada podría ser de utilidad para concientizar a la población mexicana a no eliminar de dieta diaria la herencia o regalo mágico que nos dejaron nuestros ancestros: el maíz y la tortilla

Presentacion: oral

## La Exposición a las Aflatoxinas de los alimentos, como origen del cáncer humano, métodos para su control.

Magda Carvajal-Moreno

magdac@ib.unam.mx

*Laboratorio de Micotoxinas. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria Avenida Universidad 3000, Alcaldía de Coyoacán, 04150 Ciudad de México.*

**Introducción:** Las aflatoxinas producidas por los mohos *Aspergillus* spp. son los mutágenos y cancerígenos que contaminan con más frecuencia a los alimentos, como cereales, productos lácteos, especias y fruta seca. Estas toxinas dañan a todo el reino vivo desde virus hasta el hombre y como se almacenan por años en el ADN son un peligro para la vida.

**Objetivo:** Se mostrará la contaminación de los alimentos con aflatoxinas y la forma en que producen cáncer en el hombre.

**Metodología:** Para la purificación de las aflatoxinas se usan columnas de inmunoafinidad y se cuantifican por cromatografía de líquidos previamente validada. Para los otros estudios de control de la mutagenicidad de aflatoxinas se usó la Prueba de Ames con *Salmonella typhimurium*. Respecto a los estudios de control de aflatoxinas con aceites esenciales se usó tecnología molecular, de detección de apoptosis y análisis con los genes de patogenicidad de *Aspergillus flavus*.

**Resultados:** Se muestran los resultados de control de aflatoxinas con aceites esenciales de tomillo, clavo y romero, el efecto de apoptosis en las hifas y núcleo del hongo. Se presentará el papel del germen de maíz y el control de aflatoxinas con probióticos. Para la detección de cancerígenos en el ADN de tumores de cáncer humano y su relación con diferentes virus como el Virus de la Hepatitis B, y el Virus de Papiloma Humano, se mostrarán los resultados en cáncer de hígado, colorrectal, cervical y de pulmón. También se presentará el control de aflatoxinas en África como un método sencillo de control en regiones tropicales.

**Conclusiones:** Queda demostrada la ruta de contaminación de las aflatoxinas de alimentos vegetales hacia alimentos de origen animal y su almacenamiento en el ácido desoxirribonucleico de humanos por años donde puede originar diferentes cánceres, hemorragias, e inmunodepresión.

**Palabras clave:** Aflatoxinas cáncer mutación.

## **Propuesta de mejora en el manejo post-cosecha del Maíz (*Zea mays*) para la reducción de Aflatoxinas y Fumonisinias durante el secado y almacenado en el departamento de Huehuetenango, Guatemala**

***A.S. Colmenares de Ruiz<sup>1</sup>, R. Mendoza<sup>2</sup>, C. Camponadal<sup>3</sup>, W. Martinez<sup>4</sup>, A. Bianchini Huber<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Ingeniería en Ciencias de Alimentos, Universidad del Valle de Guatemala. 8 Avenida 11-95 Guatemala, 01015*

*<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, University of Nebraska–Lincoln, Lincoln, USA*

*<sup>3</sup> IIGP Institute, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University*

*<sup>4</sup> Share, Guatemala*

### **Resumen**

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de los hongos como *Aspergillus* y *Penicillium* que contaminan los alimentos de las poblaciones más vulnerables del mundo. La incidencia de micotoxinas depende de una variedad de condiciones climáticas, agronómicas y del manejo postcosecha. El maíz (*Zea mays*) es un alimento básico en muchos países en desarrollo, pero se sabe que es propenso a las plagas y al daño por hongos en áreas tropicales y subtropicales del mundo. En Guatemala existe una gran variedad de microclimas, se tienen ambientes secos y fríos y otros cálidos y húmedos. Estudios preliminares han demostrado que en algunos lugares los niveles de aflatoxinas en maíz son aceptables; sin embargo, hay lugares que presentan mayor riesgo, de los cuales podrían ser algunas comunidades del altiplano de Guatemala. A fin de conocer la situación de algunas de estas comunidades aparentemente vulnerables, se determinó el recuento de mohos e insectos y las concentraciones de micotoxinas (aflatoxinas y fumonisinas) en 25 sitios en dos municipios (Chiantla y Todos Santos) del departamento de Huehuetenango. Se midió el recuento total de hongos que fue de 3.6 a 6.83 log UFC / g sin diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) entre sitios a diferentes altitudes. Los sitios que tenían maíz almacenado que compraban, tenían mayor riesgo de contaminación por fumonisina, mientras que los productores locales se vieron principalmente afectados por aflatoxinas. La aflatoxina estuvo presente en el maíz en el 100% de los sitios a 1.0 a 85.3 ppb, y se detectó fumonisina en el 52% de las granjas en 0.4 a 31.0 ppm. Una prioridad es el desarrollo de una hoja de ruta efectiva, accesible y práctica para minimizar el riesgo. Se propone el uso de un secador de maíz, que disminuya la humedad del mismo para evitar el crecimiento de hongos y la capacitación de las familias productoras en buenas prácticas agrícolas y de manejo postcosecha.

**Palabras clave/ Key words:** Maíz, Aflatoxinas, Fumonisinias (3-5 max)

**Modalidad/Modality:** Oral,

**Tópico/ Topic:** Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies,

## **Calidad nutricional del maíz y productos nixtamalizados**

**Natalia Palacios Rojas**

(CIMMYT) n.palacios@cgiar.org

### **Resumen**

El maíz es uno de los cereales más importantes a nivel mundial, proporciona al menos el 30 por ciento de las calorías totales de más de 4.500 millones de personas en África y Latino América, especialmente. Debido a su uso generalizado en diferentes alimentos, la amplia adaptación a diversos entornos de producción y el potencial para generar y proporcionar continuamente cultivos productivos que sean atractivos para los agricultores y consumidores, el maíz es un vehículo ideal contribuir a la nutrición. Sin embargo, dicho impacto nutricional dependerá no solo de la materia prima utilizada, sino de los procesamientos y métodos de cocción que se realicen. En este trabajo presentaremos diferentes estudios de investigación que resaltan el valor nutricional en la diversidad genética del maíz y la retención de micronutrientes en procesos de nixtamalización. Como parte del germoplasma utilizado para la experimentación, maíz biofortificado como provitamina A y zinc se incluyó como materia prima para la obtención de tortillas nixtamalizadas y estudios de retención de dichos compuestos.

**Palabras clave:** Tortilla; Maíz, biofortificación

**Modalidad/Modality:** Oral

**Tópico:** Nixtamalización tradicional, calidad nutricional

## Inactivación de aflatoxinas en el grano de maíz mediante la Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro

Jardon-Xicotencatl S<sup>1</sup>, Ramírez-Noguera P<sup>1</sup>, Marroquín-Cardona AG<sup>2</sup>, Gómez-Espinosa D<sup>1</sup>, Cervantes-Aguilar FJ<sup>1</sup>, Del Río-García JC<sup>1</sup>, Vázquez-Durán A<sup>1</sup>, Villarreal-Barajas T<sup>3</sup>, Méndez-Albores A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNAM-FES Cuautitlán. Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

<sup>2</sup>UANL-FMVZ. Campus de Ciencias Agropecuarias, General Escobedo, NL.

<sup>3</sup>Esteripharma S.A. de C.V. Patricio Sanz 1582, Col. Del Valle, México DF.

### Resumen

Se evaluó la efectividad de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro (SES) a tres diferentes concentraciones de cloro libre (10, 40 y 60 mg/L) en la inactivación de aflatoxinas tipo B (AFB1 + AFB2) presentes en el grano de maíz contaminado a 365 ng/g. Se aplicó la SES por inmersión con tiempos de exposición de 5, 10 y 15 min a temperatura ambiente. Se evaluó el efecto de la SES en las características organolépticas del maíz: análisis físicos, fisicoquímicos, composicionales, nutrimentales, viscoamilográficos, texturales y microestructurales mostrando que la SES no modifica la calidad tecnológica del maíz. Se realizaron análisis de citotoxicidad y mutagenicidad sugiriendo que la SES reduce los efectos citotóxicos y mutagénicos de las aflatoxinas. Por último, se confirmó la destoxificación en un modelo de pavipollos *in vivo*. Doscientos cuarenta pavos fueron alimentados *ad libitum* hasta el día 24 de edad. Los pavos alimentados con aflatoxinas redujeron el peso vivo corporal e incrementaron el consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia y la tasa de mortalidad, mientras que los pavos alimentados con la dieta destoxificada con la SES no presentaron diferencias en los parámetros productivos en comparación con el grupo control. Adicionalmente, las alteraciones en la bioquímica sanguínea, en el peso relativo de los órganos, y en los estudios morfológicos e histopatológicos fueron significativamente mitigadas con el tratamiento con la SES. Estos resultados sugieren que el tratamiento del maíz contaminado con aflatoxinas con la SES provee una protección a los pavos contra los efectos de aflatoxicosis. La SES puede ser empleada para destoxificar a las aflatoxinas en el maíz a niveles tan altos como 365 ng/g y así reducir los efectos citotóxicos y genotóxicos, todo ello sin comprometer la calidad tecnológica del grano que se destine a la alimentación animal.

**Palabras clave/ Key words:** Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro, aflatoxinas, destoxificar, pavipollos, aflatoxicosis

**Modalidad/Modality:** Presentación Oral

**Tópico/ Topic:** Aflatoxinas



*Del almidón a la tortilla*

*From starch to tortilla OMI-015*

## **Sin País no hay Maíz - Avances Históricos en Nixtamalización y Retos para el Siglo XXI**

*Octavio Paredes López, Cinvestav-IPN Irapuato.*

[\(octavio.paredes@cinvestav.mx\)](mailto:octavio.paredes@cinvestav.mx)

A fines de la década de los 40's y principios de la década del siglo XX aparecen en la literatura científica en México y en Estados Unidos (Science) los primeros estudios sobre el efecto de la nixtamalización en el mensaje nutricional del maíz y su producto por excelencia: la tortilla. Estos trabajos fueron producto del grupo de Cravioto (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN) y en el Instituto de Nutriología (antecedente del INCMNSS). En la primera mitad de la década de los 50's el gran nutriólogo del siglo XX, Ricardo Bressani, continúa con estos estudios y genera un compendio de publicaciones que representa sin duda la biblia del siglo XX sobre el mensaje de las características del maíz, el proceso y los productos derivados de la nixtamalización. Difícilmente hemos llegado a reconocer a cabalidad los aportes incomparables de ese gran guatemalteco. A fines de la década de los 60's aparece la empresa mexicana MINSA con capital público para la generación de harinas nixtamalizadas; la primera en su tipo. En la década siguiente los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y MINSA efectúan los primeros estudios tecnológicos a nivel industrial para identificar algunos de los tipos de maíz, características de la nixtamalización en base a tiempos de remojo, temperatura y concentración de cal, así como el proceso de deshidratación de la masa para la generación de harinas. Nacen así las bases principales de la tecnología que, después de muchos avatares, llegarían a conquistar mercados nacionales, e internacionales muy cerca y muy lejos de nuestras fronteras. Es decir, la orfandad inicial del alimento base de las clases económicamente débiles de nuestro país alcanza estaturas inimaginables. Algún tiempo después, en nuestro Laboratorio nos dimos a la tarea de conocer, antes que ningún otro grupo en el mundo, microscópicamente los cambios estructurales que ocurren en el grano durante la nixtamalización; la gelatinización parcial producto de este tratamiento; el empleo de la calorimetría diferencial de barrido para observar los cambios de las proteínas por el efecto térmico/alcalino/acuoso. Asimismo, elaboramos la primera revisión tecnológica de este proceso en una revista internacional de este sector. Por otro lado, por primera vez en el mundo modificamos genéticamente la planta para incorporarle genes foráneos que se expresaran en el grano de maíz y que sintetizarán la proteína de reserva del amaranto; proteína que había sido originalmente aislada, identificada, caracterizada y bautizada por nosotros como amarantina; y que es estructuralmente una proteína de reserva 11S. Es decir, maíz transgénico con mejoras nutricionales sustanciales. Son innumerables los estudios de otros colegas de México y de los Estados Unidos que han hecho relevantes aportaciones al tema: nutricionales, sobre el proceso, sobre el producto y productos, entre otros. Uno de los más sobresalientes relativos al proceso, sin demérito de otros, ha sido la idea original de emplear la extrusión para producir e inducir infinidad de alternativas científicas y tecnológicas; esto merece un reconocimiento mayúsculo. Al final de esta charla, se desea hacer una pre-propuesta de un posible megaproyecto sobre el tema general que podría ser de alta importancia para nuestro país. Y felicitar, y felicitarnos, por mantener vívido el interés del cultivo y sus productos más caros a la identidad nacional: el maíz

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización



## SESION POSTERS

**Lunes 21 de Octubre**

**Hora: 14-16 hs**

**Cebtro de Fisica Aplicada y Tecnologia Avanzada.**

**LU-001-Saberes y sabores en la nixtamalización: maíces de cajete de San Miguel Tulancingo, Oaxaca. Por:** *María Ernestina Rivas Guevara, Gricelda Vázquez, Jesús Cuevas Sánchez.*

**LU-002- Calidad de grano de maíz (*Zea mays* L.) pozolero de elotes occidentales pigmentados evaluados en valles altos de México. Por:** *N. Santiago-Lopez, J. J Garcia-Zavala, B. Ramírez-Wong, M.I. Silvas-García, C.L. Medina Rodríguez.*

**LU-003-Effect of dry nixtamalization on rheological and textural properties of dough and flour tortillas from soft wheat flour. Por:** *J. A. Rincón-Aguirre, J. D.Figueroa Cárdenas., B. Ramírez Wong, G. Arámbula Villa, S. J. Jiménez Sandoval & H.E. Martínez Flores.*

**LU-005-On the Crystalline Structures of the main components of Starch. Por:** *Martin A. Hernández-Landaverde, Sandra M. Londoño-Restrepo, José Miguel Delgado, Cristian F. Ramirez-Gutierrez, Marius Ramírez-Cardona, Mario Enrique Rodriguez-García.*

**LU-006-Efecto de la interacción genotipo-ambiente en las propiedades fisicoquímicas del maíz. Por:** *A.L. Molina-Macedo, B. García-Zapata, M.L. Cabrera-Soto, A. Rosales-Nolasco, A. Chassaing, F. San Vicente<sup>1</sup>, T. Dhliwayo, J.L. Torres, J. Burgueño & N. Palacios-Rojas.*

**LU-007-OCOWII. Comercializadora de Productos artesanales de la Sierra Norte de Puebla.Por:** *Abdiel de Jesús Martinez Galicia, Aldo Barrios González, Arturo Ramírez García.*

**LU-008- Elaboración de una tortilla probiótica con bacterias ácido lácticas del pulque. Por:** *A. Alcántara Zavala, J.D. Figueroa Cárdenas & E. Rodríguez-Lino.*

**LU-009- Formulación y evaluación nutricional de una harina a base de maíz nixtamalizado con frijol tepari (*P. acutifolius*) aplicable para la elaboración de tortillas, tamalitos y atol. Por:** *Alvarez M. A.*



**LU-010- Caracterización de Almidón de Maíz y de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) Destinada a la Obtención de Masa para Tortilla.** Por: *S. J. Almirudis-Echeverria, P. I. Torres-Chávez, B. Ramírez-Wong, A. I. Ledesma-Osuna, B. Montaña-Leyva, D.I. Sánchez-Machado.*

**LU-011- Calidad de grano de maíz (*Zea mays L.*) pozolero de elotes occidentales pigmentados evaluados en valles altos de México.** Por: *N. Santiago-Lopez, J.J Garcia-Zavala, B. Ramírez-Wong, M.I. Silvas-García, C.L. Medina Rodríguez.*

**LU-012-Biopelícula a base de almidón de tortilla de maíz utilizada como barrera protectora en frijol (*Phaseolus vulgaris*).** Por: *García. P. G. F., Jiménez, A. S., Pérez, R. M. C., Sánchez, H. G., Valderrama, B. M.C.*

**LU-013- Relación entre las propiedades físicas y térmicas del sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) con sus posibles aplicaciones.** Por: *F.G. Castro-Campos, M. Gaytán-Martínez, M. E. Rogríguez-García, R. Campos-Vega, M. G. F. Loarca-Piña & M. A. Ramos-López.*

**LU-014- Effect of the method to produce tortilla on dietary fiber content of tortillas “as eaten”.** Por: *E. Agama-Acevedo, G. Pacheco-Vargas, F. Gutierrez-Meraz, & L.A. Bello-Perez.*

**LU-015- Maíz pepitilla de guerrero: calidad de grano y tortillas.** Por: *C. del Á. Hernández-Galeno, M. G. Vázquez-Carrillo, N. O. Gómez-Montiel, F. Castillo-González, A. Santacruz-Varela, M. Livera-Muñoz.*

**LU-016-Taninos condensados con  $\text{Ca(OH)}_2$ , la clave para mejorar la biodisponibilidad *in vitro* de proteína de sorgo por:** *A. H. Cabrera-Ramírez, E. Morales-Sánchez & M. Gaytán-Martínez*

**LU-017-Maíz con alto contenido de aceite y su efecto en la retrogradación, formación de complejo amilosa-lípido y propiedades de textura en tortilla chips** POR: *A. Topete-Betancourt, J.D. Figueroa-Cárdenas, & R.E. Preciado-Ortíz*

**LU-018- Evaluación de la digestibilidad de almidones de plátano modificados con OSA.** Por: *Víctor D. Quintero-Castaño, Juan C. Lucas-Aguirre, Luis A. Bello-Pérez.*

**LU-019- Almidones modificados provenientes de musáceas colombianas. con OSA:** Por: *Víctor D. Quintero-Castaño, Juan C. Lucas-Aguirre, Luis A. Bello-Pérez.*

## Saberes y sabores en la nixtamalización: maíces de cajete de San Miguel Tulancingo, Oaxaca

*María Ernestina Rivas Guevara<sup>1,\*</sup>, Gricelda Vázquez<sup>2</sup>, Jesús Cuevas Sánchez<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Etnobiología y Biodiversidad. Universidad Autónoma Chapingo, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México.

<sup>3</sup> Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV). Universidad Autónoma Chapingo, México.

\*marydesierto@hotmail.com

La fisiografía heterogénea y accidentada de la Mixteca Oaxaqueña, se refleja en serias limitantes medioambientales y socioeconómicas. Mediante el diseño de estrategias productivas como la selección de sus recursos vegetales y diversos sistemas agrícolas, como el de humedad, los campesinos de la región han podido disminuir los efectos negativos de las condiciones ambientales, utilizando el agua de lluvia captada en suelos de arrastre retenidos sobre las barrancas con fines agrícolas, conocidos como “jollas” o “bordos de conservación de suelo”, principalmente para el cultivo anual de *maíces de cajete*. Los maíces nativos persisten en las comunidades campesinas no sólo debido a sus preferencias culturales sino por su capacidad de adaptabilidad a las condiciones regionales de cultivo, por lo que han desarrollado criterios locales de calidad en la obtención, selección y uso de sus semillas. La nixtamalización y la elaboración de tortillas con maíces de cajete y trigo tienen variantes tanto en la nixtamalización -maíces de cajete y trigo en distintos porcentajes de mezcla- como en los motivos (saberes tradicionales). El objetivo es dar a conocer la consistencia, racionalidad y sabiduría empírica de dichas prácticas, presentes en las evaluaciones de la calidad comercial del grano y de las tortillas elaboradas con estos maíces, en donde se identificaron las ventajas de las prácticas tradicionales involucradas en la conservación y transformación del grano. Además del trabajo de campo, fueron evaluados 20 genotipos de maíz de temporal y 10 de maíz de cajete obtenidos en el PV 2004-2005 en San Miguel Tulancingo. Hay coincidencia entre las prácticas tradicionales en la nixtamalización y las del laboratorio, de suma importancia en la comunidad ya que no sólo se tiene un manejo racional y razonado del maíz y del trigo, sino también de los recursos que utilizan como combustible y de la energía que emplean en la elaboración de las tortillas, en un pueblo de pobreza.

**Palabras clave/ Key words:** maíces de cajete y trigo, nixtamalización, tortillas, conocimiento tradicional.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización tradicional

## Calidad de grano de maíz (*Zea mays L.*) pozolero de elotes occidentales pigmentados evaluados en valles altos de México

*N. Santiago-Lopez<sup>1,2\*</sup>, J.J Garcia-Zavala<sup>1</sup>, B. Ramírez-Wong<sup>2</sup>, M.I. Silvas-García, C.L. Medina Rodríguez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Posgrado en recursos genéticos y productividad Genética, Colegio de Postgraduados, COLPOS, Montecillos, México.

<sup>2</sup>Departamento de Investigación y Posgrado de Alimentos (DIPA), UNISON, Sonora, México.  
\*nsantiago@colpos.mx

### Resumen

Debido al potencial de rendimiento y de adaptación que poseen la raza de maíz elotes occidentales en la región de valles altos de México, se propone utilizarlos para elaboración de pozole, como alternativa al uso de las variedades comerciales de maíz Cacahuacintle y Ancho. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas y de textura para identificar poblaciones que iguallen o superen en calidad de grano a las razas locales. El material genético de estudio consistió de 12 poblaciones de maíz Elotes Occidentales con un ciclo de evaluación en valles altos y de tres variedades testigo maíz Ancho, Cacahuacintle y una variedad de maíz blanco comercial. Los parámetros evaluados en grano y nixtamal fueron: color, dimensiones físicas (largo, ancho, espesor), dureza (textura) y contenido de humedad. Al nejayote se le evaluó su pH y pérdida de sólidos. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, correlación de Pearson y una prueba de Tukey con el paquete estadístico SAS® versión 9 (SAS Institute Inc., 2002). Las poblaciones de maíz para pozole (elotes occidentales) presentan diferencias significativas entre genotipos ( $p < 0.001$ ) para todos los parámetros evaluados. Se observó una pérdida de color en el proceso de Nixtamalización para todos los genotipos con un promedio  $\Delta E = 15$ . Para las dimensiones físicas (largo, ancho, espesor) en grano el promedio fue 12.48 mm, 13.30 mm y 5.47 mm, respectivamente; en nixtamal fueron 13.83 mm, 14.86 mm y 6.20 mm, respectivamente. La dureza del grano fue de 780.671 kPa y la del nixtamal fue de 101.356 kPa, con una diferencia entre grano y nixtamal de 679.315 kPa. La humedad promedio del grano fue de 12% y del nixtamal fue de 47.51%. El pH promedio fue de 12.55 con una pérdida de sólidos del 2.94%. Se encontraron resultados similares en todos los parámetros evaluados con respecto a las muestras testigo.

**Palabras clave:** Maíz, elotes occidentales, poblaciones, pozole.

**Modalidad:** Poster.

**Tópico :** Fisicoquímica.

## Effect of dry nixtamalization on rheological and textural properties of dough and flour tortillas from soft wheat flour

J. A. Rincón-Aguirre<sup>1</sup>, J.D.Figueroa Cárdenas<sup>1</sup>, B. Ramírez Wong<sup>2</sup>, G. Arámbula Villa<sup>1</sup>, S.J. Jiménez Sandoval<sup>1</sup>  
and H.E. Martínez Flores<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Querétaro. Fracc. Real de Juriquilla, Querétaro, Querétaro, México. C. P. 76230.

<sup>2</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Hermosillo, Son. México.

<sup>3</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Químico Farmacobiología, Morelia Michoacán, México.

Corresponding author: \*jeny.rincon@cinvestav.mx

### Abstract

The production of wheat in Mexico was of 4 million tons in 2017 most of them of poor baking quality, then Mexico imported about 3 million ton of high-quality wheat that year to satisfy the demand. Calcium salts have important effects on rheological properties of protein fractions in cereals process. The objective was to evaluate the effect of nixtamalization to modify proteins in poor quality wheat for production of flour tortillas. Calcium sources ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) at different levels (0.3, 0.5, 0.7%) were mixed with soft wheat flour and water and the rheological ( $G'$ ,  $G''$ , thixotropic index) and TPA textural properties of the dough and tortillas were evaluated. The  $G'$  and  $G''$  as well as the hardness were higher in dough treated with lime indicating a more elastic and viscous dough. The lime increased dough hardness and springiness. In contrast, doughs treated with  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaCl}_2$  had a weak structure. The thixotropic index was an important parameter for determining the microstructure of the doughs and was correlated with most of the TPA textural properties of the doughs and flour tortillas. The thixotropic index of doughs treated with lime was higher than the values observed in dough treated with  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaCl}_2$ , that means that doughs with lime had a poor recovery when a shear stress was applied to them. Lime and  $\text{CaCl}_2$  treated doughs showed a negative correlation between thixotropic index and springiness ( $r = -0.95$ ,  $r = -0.70$ ) and a positive correlation with resilience and adhesiveness ( $r = 0.9074$ ,  $r = 0.9470$ ). Flour tortillas with  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaCl}_2$  were more elastic and softer, however they were shorter in diameter. Our results showed that dry nixtamalization of soft wheat flour with some calcium sources has potential to improve the elasticity and softness of tortillas form poor wheat flour.

**Palabras clave/ Key words:** Flour tortilla; Dry nixtamalization; Wheat flour, Thixotropy; dough.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización tradicional/ Traditional.

## On the Crystalline Structures of the main components of Starch

Martin A. Hernandez-Landaverde<sup>1</sup>, Sandra M. Londoño-Restrepo<sup>2</sup>, Jose Miguel Delgado<sup>3</sup>, Cristian F. Ramirez-Gutierrez<sup>2</sup>, Marius Ramirez-Cardona<sup>4</sup>, Mario Enrique Rodriguez-Garcia<sup>5,\*</sup>  
[marioga@fata.unam.mx](mailto:marioga@fata.unam.mx)

<sup>1</sup>*Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente No. 2000, Fracc. Real de Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230, México.*

<sup>2</sup>*Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Centro de Física Aplica y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro., C.P. 76230. México.*

<sup>3</sup>*Laboratorio de Cristalografía-LNDRX, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Merida, 5101, Venezuela.*

<sup>4</sup>*Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Ciudad del Conocimiento, Col. Carboneras, C.P. 42184 Mineral de la Reforma, Hgo., México.*

<sup>5</sup>*Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro., C.P. 76230. México.*

### Abstract

This work presents an X-ray analysis of the crystalline structures present in starch. Crystallographic studies using crystal structure refinement glancing Incidence X-ray Diffraction (GIXRD) were carried out for commercial amylose and amylopectin as well as wet and dried starch from white potato. These studies were based on the previous works that identified the existence of the A-Type-orthorhombic and B-type-hexagonal structures; however, a complete identification and indexation of the all diffraction planes for orthorhombic structures were partially reported, and for the hexagonal structure have not been reported. This study provides the identification and indexation of the orthorhombic and hexagonal structures present in starches as powder diffraction files. The so call A-type corresponds to an orthorhombic structure while B-type corresponds to a hexagonal structure. The C-type structure does not constitute a crystalline structure that can identify any starch. Water molecules into the crystalline structures play an important role in the crystallization process.

**Keywords:** isolated starches, orthorhombic structure, monoclinic structure, hexagonal structure, polymorphism

**Modality:** Poster

## Efecto de la interacción genotipo-ambiente en las propiedades fisicoquímicas del maíz

*A.L. Molina-Macedo, B. García-Zapata, M.L. Cabrera-Soto, A. Rosales-Nolasco, A. Chassaigne, F. San Vicente<sup>1</sup>, T. Dhliwayo, J.L. Torres, J. Burgueño & N. Palacios-Rojas\**

*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.  
\*n.palacios@cgiar.org*

### Resumen

Las características físicas y nutricionales del maíz se deben principalmente al tipo de genotipo, sin embargo, el ambiente en el que se desarrolla también influye sobre éstas, modificando así, características físicas tales como el color, el tamaño y la dureza y algunos compuestos nutricionales. En este estudio, se evaluó la influencia del ambiente en 32 genotipos híbridos de maíz, divididos en tres tipos de macroambientes: 10 genotipos fueron sembrados en Valles Altos (1900 a 3000 msnm), 10 genotipos en Sub-Trópico (1000 a 1800 msnm) y 12 genotipos en Trópico (0 a 900 msnm). Cada genotipo fue evaluado en 2 a 3 localidades por macroambiente en dos ciclos productivos. La calidad industrial y nutricional fue evaluada para cada genotipo y se realizó un análisis estadístico para estimar la varianza entre la interacción genotipo-ambiente. Los híbridos que se sembraron en ambiente Tropical, mostraron una heredabilidad del 60% en la mayoría de sus características, mientras que los híbridos de Valles Altos y Sub-Trópico, tuvieron una heredabilidad menor y mayor influencia del ambiente, viéndose modificadas sus características fenotípicas.

**Palabras clave:** *Maíz, macro-ambientes, genotipo, fenotipo.*

**Modalidad:** póster

**Tópico:** nutrición, aspectos biológicos.

## OCOWII

### Comercializadora de Productos artesanales de la Sierra Norte de Puebla

*Abdiel de Jesús Martínez Galicia<sup>1</sup>, Aldo Barrios González<sup>2</sup>, Arturo Ramírez García<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Maestría en Administración Empresarial, USAC, Huauchinango, Puebla, México.*

<sup>2</sup>*Maestría en Administración Empresarial, USAC, Huauchinango, Puebla, México.*

<sup>3</sup>*Maestría en Administración Empresarial, USAC, Huauchinango, Puebla, México.*

\*comercializadoraocowii@gmail.com

### Resumen/ Abstract

En la Sierra norte del Estado de Puebla, se ha detectado que el 65% de los artesanos viven en pobreza, teniendo como único medio de ingreso la elaboración y producción de chiltepín, café y bordados artesanales. Con un porcentaje de venta aproximadamente del 15% total de sus productos, generando una utilidad mínima del 3% . Esto se debe al limitado alcance que tienen para posicionar sus productos, utilizando el mercado informal y local como su único medio de comercialización, y al escaso conocimiento de las nuevas plataformas digitales para mejorar el posicionamiento de sus productos.

Motivados y convencidos de poder apoyar y mejorar las condiciones económicas de los artesanos y productores de la región creamos la comercializadora OCOWII utilizando las plataformas digitales como principal medio de distribución y venta.

Cabe destacar que los productos se realizan bajo un proceso artesanal que no limita la capacidad de producción ya que el 80% de la población de las comunidades se dedica a la elaboración, y desafortunadamente la venta de estos productos con un alcance mínimo debido a sus posibilidades.

Nuestro objetivo es potenciar las ventas en un 200%, innovando en los diseños y presentación de sus productos para un target más exigente, esto sin dejar atrás su origen, trabajando de la mano con los artesanos.

**Palabras clave/ Key words:** Artesanal, Sabor, Bordados, Chiltepin, Café.

**Modalidad/Modality:** Poster.

**Tópico/ Topic:** Industrial- Alimentos

## Elaboración de una tortilla probiótica con bacterias ácido lácticas del pulque

Alcántara Zavala A <sup>1\*</sup>, Figueroa Cárdenas J.D<sup>1</sup> y Rodríguez Lino E<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Unidad Querétaro, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN (CICATA), Querétaro, México.

[\\*alejandra.alcantara@cinvestav.mx](mailto:*alejandra.alcantara@cinvestav.mx)

### Resumen

La tortilla de maíz es un alimento básico en la dieta de México y es el vehículo por excelencia para aportar nutrientes a la población. Su consumo per cápita es de 190g/día. El estilo de vida actual ha generado diversos problemas de salud vinculados al bajo consumo de alimentos funcionales. El pulque fresco es una bebida fermentada tradicional mexicana, que posee beneficios probióticos por su contenido de bacterias ácido lácticas (BAL) de  $7.92 \log_{10}$  UFC/mL de BAL. También posee un alto contenido de Ca, Fe, P; vitaminas (niacina, riboflavina), y proteínas. El objetivo fue elaborar una tortilla con bacterias ácido lácticas provenientes del pulque, con la finalidad de ofertar un producto con beneficios probióticos, accesible a de la población. Se elaboraron masas de harina de nixtamal sin pulque (control) con 100g de harina y 100mL de agua y masa con 50/50; 100/00 de relación pulque/agua. Los resultados obtenidos mostraron que la tortilla fresca (día cero) tuvo un contenido inicial de bacterias lácticas de 2.5 y 2.4  $\log_{10}$ UFC/mL con los tratamientos de 100/00 y 50/50 respectivamente. A las 72h de almacenamiento a temperatura ambiente el contenido incrementó a 5 y 4.50  $\log_{10}$  UFC/mL para cada tratamiento. Las BAL aisladas de los cultivos fueron *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus kefir*. A las 72 h de almacenamiento la vida útil del control presentó desarrollo de hongos, mientras que las muestras con pulque mostraron ausencia. Respecto a la reología de la masa, el pulque no causó efecto significativo. La tortilla mostró incrementos en la fuerza de tensión y al corte. No se alcanzaron niveles superiores de 6  $\log$  UFC/mL de BAL en la tortilla para definirla como probiótica, sin embargo, por su alto consumo en comunidades rurales que sufren desnutrición podría ser una opción viable para contrarrestar dicho problema.

**Palabras clave:** Tortilla, bacterias ácido lácticas, pulque, vida de anaquel.

**Modality:** Oral

**Topic:** Nutrition, Traditional Nixtamalization

## **Formulación y evaluación nutricional de una harina a base de maíz nixtamalizado con frijol tepari (*P. acutifolius*) aplicable para la elaboración de tortillas, tamalitos y atol**

*M. A. Alvarez*

<sup>1</sup>*Universidad del Valle de Guatemala Beatriz Cifuentes, 15129 Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos Diseño e innovación en Ingeniería de Alimentos*

\*email: [alv15310@uvg.edu.gt](mailto:alv15310@uvg.edu.gt)

### **Resumen**

Guatemala es uno de los países con mayor nivel de pobreza reflejándose esto en los problemas de desnutrición y salud, ya que hasta un 55% de los niños y niñas menores de 5 años presentan desnutrición crónica y un 15.7% de las mujeres entre 15 y 49 años presenta problema de anemia. Los productos de maíz nixtamalizado, como las tortillas, son de gran importancia para la dieta de los guatemaltecos ya que constituyen el 72% de la dieta de la población del área rural. Estos proveen hasta un 59% y 45% de ingesta diaria de calorías y proteínas, respectivamente. Sin embargo, la desventaja del maíz como mayor fuente proteica es su deficiencia en lisina y triptófano, con un valor biológico de 32%, por lo que resulta conveniente combinarlo con una leguminosa como el frijol. El frijol tepari (*Phaseolus acutifolius* Gray) es una especie de gran interés ya que es capaz de tolerar el estrés abiótico y tiene propiedades nutricionales muy similares al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Por lo tanto, este trabajo consiste en la formulación de una harina de maíz nixtamalizado y frijol tepari aplicable para la elaboración de tortillas, tamalitos y atol. Con el fin de aprovechar las propiedades resistentes a la sequía por parte del frijol tepari y la complementariedad de las proteínas al combinar maíz y frijol para mejorar su calidad. Se elaboraron cuatro formulaciones con proporciones 70:30 y 80:20, respecto al maíz y el frijol, utilizando tanto frijol tepari negro como blanco. A partir de estas mezclas, se elaboraron productos típicos de la cultura guatemalteca con la harina, como tortillas, tamalitos y atol. Se evaluó su aceptación mediante un análisis sensorial. Y las muestras más aceptadas se aracterizaron en un análisis proximal para la descripción de sus componentes, análisis de lisina, triptófano, hierro y calcio.

**Palabras clave/ Key words:** Nutrición, enriquecimiento, productos nixtamalizados, frijol tepari, maíz,

**Modalidad/Modality:** Por definir

**Tópico/ Topic:** Nutrición

## Caracterización de Almidón de Maíz y de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) Destinada a la Obtención de Masa para Tortilla

S.J. Almirudis-Echeverria<sup>1\*</sup>, P.I. Torres-Chávez, B. Ramírez-Wong<sup>2</sup>, A.I. Ledesma-Osuna<sup>2</sup>,  
B. Montaña-Leyva<sup>2</sup>, D.I. Sánchez-Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia de Alimentos, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora, México.

<sup>2</sup>Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación e Innovación en Biotecnología, Agropecuaria y Ambiental, Instituto Tecnológico de Sonora,

Cd. Obregón, Sonora, México

[\\*socratesjoel@gmail.com](mailto:*socratesjoel@gmail.com)

### Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo muy importante en México por su impacto social, cultural y económico. Se consume principalmente como tortilla obtenida a partir del proceso de nixtamalización. Por otro lado, la tecnología de extrusión es una alternativa para la obtención de harina para tortilla; las ventajas de este proceso incluyen los cambios benéficos que se producen en las propiedades fisicoquímicas y reológicas: en la formación del complejo amilosa-lípido y la reducción de la retrogradación; además no se generan efluentes contaminantes. La mezcla de cereales y granos de pseudocereales ofrecen alimentos con alto potencial nutricional. Existe poca información sobre la interacción entre los macrocomponentes por efecto del tratamiento durante la extrusión. El objetivo es evaluar el efecto de la adición de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) a la harina de maíz en la calidad del producto tortilla. Los resultados presentados incluyen la caracterización del almidón. La metodología consistió en el aislamiento del almidón por molienda húmeda, determinación del contenido de amilosa, observación de la morfología del gránulo por medio de microscopía electrónica, patrón de cristalinidad por difracción de rayos x, calorimetría de barrido diferencial y análisis rápido de viscosidad. El maíz y el amaranto presentaron un patrón de difracción del tipo "A", gránulos poligonales y esféricos con un tamaño de 5-30  $\mu\text{m}$ , y poligonales de 0.5-3  $\mu\text{m}$ , punto de gelatinización a 65 y 67 °C,  $\Delta H$  de 11.19 a 13.87 (J/G), y viscosidad máxima de 8,000 y 2,700 cP, respectivamente. El almidón de amaranto presentó mayor estabilidad posterior al calentamiento, con menor diferencial entre la viscosidad máxima y mínima, y una menor viscosidad final, lo cual puede atribuirse al tamaño y morfología de sus gránulos de almidón. Los resultados indican que la adición de amaranto en mezclas de maíz podría mejorar la calidad nutricional y funcional del producto tortilla.

**Palabras clave/ Key words:** Amaranto, Almidón, Propiedades de pasta.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Almidón/ Starch

## Calidad de grano de maíz (*Zea mays L.*) pozolero de elotes occidentales pigmentados evaluados en valles altos de México

*N. Santiago-Lopez<sup>1,2\*</sup>, J.J Garcia-Zavala<sup>1</sup>, B. Ramírez-Wong<sup>2</sup>, M.I. Silvas-García, C.L. Medina Rodríguez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Posgrado en recursos genéticos y productividad Genética, Colegio de Postgraduados, COLPOS, Montecillos, México.*

<sup>2</sup>*Departamento de Investigación y Posgrado de Alimentos (DIPA), UNISON, Sonora, México.*

\*nsantiago@colpos.mx

### Resumen

Debido al potencial de rendimiento y de adaptación que posee la raza de maíz elotes occidentales en la región de valles altos de México, se propone utilizarlos para elaboración de pozole, como alternativa al uso de las variedades comerciales de maíz Cacahuacintle y Ancho. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas y de textura para identificar poblaciones que igualen o superen en calidad de grano a las razas locales. El material genético de estudio consistió de 12 poblaciones de maíz Elotes Occidentales con un ciclo de evaluación en valles altos y de tres variedades testigo maíz Ancho, Cacahuacintle y una variedad de maíz blanco comercial. Los parámetros evaluados en grano y nixtamal fueron: color, dimensiones físicas (largo, ancho, espesor), dureza (textura) y contenido de humedad. Al nejayote se le evaluó su pH y pérdida de sólidos. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, correlación de Pearson y una prueba de Tukey con el paquete estadístico SAS® versión 9 (SAS Institute Inc., 2002). Las poblaciones de maíz para pozole (elotes occidentales) presentan diferencias significativas entre genotipos ( $p < 0.001$ ) para todos los parámetros evaluados. Se observó una pérdida de color en el proceso de Nixtamalización para todos los genotipos con un promedio  $\Delta E = 15$ . Para las dimensiones físicas (largo, ancho, espesor) en grano el promedio fue 12.48 mm, 13.30 mm y 5.47 mm, respectivamente; en nixtamal fueron 13.83 mm, 14.86 mm y 6.20 mm, respectivamente. La dureza del grano fue de 780.671 kPa y la del nixtamal fue de 101.356 kPa, con una diferencia entre grano y nixtamal de 679.315 kPa. La humedad promedio del grano fue de 12% y del nixtamal fue de 47.51%. El pH promedio fue de 12.55 con una pérdida de sólidos del 2.94%. Se encontraron resultados similares en todos los parámetros evaluados con respecto a las muestras testigo.

**Palabras clave:** Maíz, elotes occidentales, poblaciones, pozole.

**Modalidad:** Poster

**Tópico :** Fisicoquímica

## **Biopelícula a base de almidón de tortilla de maíz utilizada como barrera protectora en frijol (*Phaseolus vulgaris*)**

**García P. G. F., Jiménez A. S., Pérez, R. M. C., Sánchez, H. G., Valderrama Bravo M.C**

*Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Unidad de Investigación en Granos y Semillas. Av. Jiménez Cantú s/n, Cuautitlán Izcalli, Edo. Mex. C.P. 54729*

### **Resumen:**

Una biopelícula es una sustancia aplicada en el exterior de los alimentos con el fin de preservar su calidad y servir de empaque, de manera que el producto final sea apto para el consumo. Estos recubrimientos deben proporcionar un valor agregado al alimento, su principal función es proteger al producto de daños mecánicos, físicos, químicos y actividades microbiológicas que lo deterioren. Por lo cual se elaboraron 10 formulaciones para la biopelícula, las cuales se utilizaron como barrera protectora en frijol (*Phaseolus vulgaris*) y así estudiar sus efectos en la germinación de la semilla y la cocción del grano y su función contra la plaga de gorgojo mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus*) y los hongos del género *Aspergillus*. De las 10 formulaciones evaluadas se obtuvo que en 7 de ellas no hubo un efecto protector significativo en la oviposición del gorgojo, al igual que tienen mayor presencia de hongos, además estas retrasan la germinación de la semilla y aumenta su tiempo de cocción. Las tres formulaciones restantes (F7, F8 y F9) mostraron el efecto esperado al disminuir la oviposición de gorgojo y retrasar el crecimiento de hongos. Por lo cual se considera el uso de estas tres formulaciones de biopelículas (F7, F8 y F9) como alternativa para el almacenamiento del grano y así prolongar su vida útil.

**Palabras clave:** Biopelícula, Almidón, Tortilla de maíz, Microbiota, Plaga,

**Modalidad:** poster

**Tópico:** Tecnologías alternativas

## **Relación entre las propiedades físicas y térmicas del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) con sus posibles aplicaciones**

**F. G. Castro-Campos<sup>1,\*</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>2</sup>, M. E. Rogríguez-García<sup>3</sup>, R. Campos-Vega<sup>2</sup>, M. G. F. Loarca-Piña<sup>2</sup> & M. A. Ramos-López<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>2</sup>Departamento de Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>3</sup>Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM, Querétaro, México

\*fer.castro207@gmail.com

### **Resumen**

Las propiedades físicas de los cereales están relacionadas con parámetros de calidad que definen el uso final. Las características físicas del grano de sorgo (*Sorghum spp*), como la microestructura del grano, afecta las propiedades térmicas y la viscosidad del grano. Por ello, se tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas, térmicas y viscosidad de 8 variedades de sorgo (*Sorghum spp*) y establecer una correlación entre estas. Para ello, se realizó una caracterización fisicoquímica, evaluación de microestructura (SEM), análisis térmico (mediante DSC) y el perfil de viscosidad para cada variedad. Se obtuvo que el tamaño del gránulo de almidón está correlacionado con el contenido de carbohidratos, proteína y dureza del grano. La viscosidad y propiedades térmicas mostraron una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con la dureza del grano y una relación con la microestructura de los gránulos de almidón en el endospermo. Los gránulos más compactos presentaron menor viscosidad, como resultado de la restricción física para la absorción de agua y la lixiviación de las cadenas de amilosa y amilopectina, generando una mayor resistencia a fluir. Las variedades Paloma y 8133, que presentaron menor dureza, requirieron menor energía para la gelatinación. La deformación del gránulo, resultado de un tratamiento térmico provoca la pérdida de las zonas cristalinas, lo que también está relacionado con el acomodo de los gránulos de almidón, ya que, al suministrar energía térmica en un medio acuoso, el espacio limitado restringe la vibración de las moléculas de almidón y el rompimiento de sus puentes de hidrógeno, y es necesaria mayor energía para lograr una transición cristalina. De manera que, la medición del tamaño y la dureza del grano de sorgo permitiría establecer el uso final del grano, ya que dichos parámetros pueden ser un indicador del contenido de almidón, la viscosidad y la resistencia térmica del grano de sorgo.

**Palabras clave:** Sorgo, propiedades térmicas, fisicoquímica, aplicaciones

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Otros cereales

## Effect of the method to produce tortilla on dietary fiber content of tortillas “as eaten”

*E. Agama-Acevedo<sup>1\*</sup>, G. Pacheco-Vargas<sup>1</sup>, F. Gutierrez-Meraz<sup>1</sup>, & L.A. Bello-Perez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Instituto Politécnico Nacional, CEPROBI, km. 6.5 Carr. Yautepec-Jojutla Col. San Isidro, C.P. 72732, Yautepec, Morelos, México.*

[\\*eagama@ipn.mx](mailto:*eagama@ipn.mx)

### Abstract

Dietary fiber content of white corn tortillas prepared with two methods were assessed “as eaten” in this work. The methods used were: artisanal, hand-made, with the preparation of nixtamal, masa and tortilla; the second one method was a commercial tortilla elaborated with a commercial nixtamalized flour. The total starch content of both tortillas was similar (79%), with a dietary fiber content of 12.9% determined with a method under conditions “as eaten” the food, and of 9.5% with the official 32-05 method (AACC, 2000); the hydrolysis of the sample is performed during 16 h in both methods. The results showed that the method to make tortilla has not influence in the dietary fiber content and that difference between both methods can be attributed to the resistant starch content, which is included in the method under conditions “as eaten”.

**Key words:** Fiber, starch, hydrolysis

**Modality:** Poster

**Topic:** Starch

## Maíz pepitilla de guerrero: calidad de grano y tortillas

*C. del Á. Hernández-Galeno<sup>1</sup>, M. G. Vázquez-Carrillo<sup>2\*</sup>, N. O. Gómez-Montiel<sup>1</sup>, F. Castillo-González<sup>3</sup>, A. Santacruz-Varela<sup>3</sup>, M. Livera-Muñoz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Iguala, <sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Valle de México. Km.13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo.

\*[vazquez.gricelda@inifap.gob.mx](mailto:vazquez.gricelda@inifap.gob.mx)

### Resumen

Diversos estudios han identificado a la raza de maíz Pepitilla como la mejor para la producción de tortillas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la variación en características físicas y de calidad de tortilla en 66 poblaciones de maíz Pepitilla colectadas en el estado de Guerrero. Se realizaron evaluaciones en grano para determinar 12 características físicas del grano; posteriormente, en masa, nixtamal y tortilla (recién elaboradas, con 24 y 48 h de almacenamiento) se evaluaron 30 variables. Los resultados se analizaron con un diseño experimental completamente al azar y un análisis de componentes principales. El 74% de las poblaciones de maíz Pepitilla presentaron granos de textura intermedia, dura y muy dura, el resto se consideraron de textura suave y muy suave. Los maíces Pepitilla de grano muy duro (7.6 %), produjeron tortillas suaves, resultados similares se obtuvieron con las poblaciones de los grupos texturales restantes. Destacaron las poblaciones: 'Gro1552', 'Gro1558' y 'Gro1562', de grano pequeño (peso de cien granos < 33 g), endospermo duro (índice de flotación = 16), alto rendimiento de tortilla (1.55 kg.kg maíz<sup>-1</sup>), textura suave y elásticas a las 2, 24 y 48 h (fuerza de ruptura = 232.7, 264.3 y 273 gf y elasticidad = 7.8, 5.5 y 4.8 mm, respectivamente). Las poblaciones de Pepitilla azul (6.1 %), de endospermo muy suave, reducido peso hectolítrico y peso de cien granos, produjeron tortillas de buena calidad para su consumo en fresco (2 h) (fuerza de ruptura = 306.3 gf; elasticidad = 6.9 mm). La mayoría de las poblaciones de maíz Pepitilla evaluadas presentan buena calidad tortillera, y pueden ser utilizadas por la industria de la masa-tortilla o incorporarse en programas de mejoramiento.

**Palabras clave:** maíz pepitilla, calidad de maíz, rendimiento de tortilla.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## Taninos condensados con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , la clave para mejorar la biodisponibilidad *in vitro* de proteína de sorgo

A.H. Cabrera-Ramírez<sup>1,\*</sup>, E. Morales-Sánchez<sup>1</sup> & M. Gaytán-Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, CICATA-IPN Unidad Querétaro, Cerro Blanco No. 141, Col. Colinas del Cimatario, Santiago de Querétaro, Querétaro, C.P. 76090, México

<sup>2</sup> Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro Qro, C.P. 76010, México

\*angel\_humbert00@hotmail.com

### Resumen

El sorgo es el quinto cultivo más importante a nivel mundial, representa una rica fuente de proteínas, carbohidratos y múltiples compuestos biológicos con propiedades antioxidantes, quimio protectoras, hipoglucemiantes y antioxidantes. A pesar de estas ventajas, el sorgo continúa siendo excluido de la dieta humana debido a su sabor amargo y astringente, resultado de la presencia de taninos condensados (CTs), así como a su baja biodisponibilidad de proteínas fruto de la interacción entre proteínas y con CTs. Este estudio buscó mostrar el posible vínculo entre la concentración de TCs, la concentración de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y la biodisponibilidad *in vitro* de proteínas de sorgo (BPS). Se obtuvieron diversos contenidos de CTs en el sorgo usando dos variedades de sorgo (blanca y roja) y tres tratamientos (crudo, cocido y nixtamalizado). Se cuantificó contenido de proteínas y CTs en todos los tratamientos. Se sometieron a la digestión gastrointestinal *in vitro* y evaluándose la biodisponibilidad de proteínas a los 90 min de incubación en el intestino delgado. El sorgo rojo crudo tuvo el mayor contenido de CTs (20.54 mg/g), mientras que el menor fue el rojo nixtamalizado (SRN) con 0.8 mg/g. La nixtamalización redujo los CTs del sorgo rojo un 96%. La biodisponibilidad más alta la tuvo SRN (80%), mientras que el blanco crudo fue el más bajo (58%). La presencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y la temperatura mejoró aproximadamente 6% la biodisponibilidad de proteínas en el sorgo rojo. Mediante un modelo de regresión de Poisson, revelamos que la concentración de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  no afecta directamente la BPS, sin embargo reduce significativamente los TCs ( $S_p=0.956$ ). La BPS depende principalmente de CTs ( $S_p=0.998$ ), tendiendo a aumentar significativamente respecto a la disminución de TCs. La nixtamalización desempeña un papel clave en la mejora de la BPS, el efecto combinado de la temperatura y la concentración de cal hidroliza los complejos de proteínas, así como también reduce la presencia de CTs, propiciando la hidrólisis del complejo proteína-CTs, lo aumenta la BPS. SRN mostró el menor contenido de CTs y la BPS ( $\approx 80\%$ ). Sin embargo, un estudio más profundo debe ratificar los resultados del modelo de regresión.

**Palabras clave:** Nixtamalización, Biodisponibilidad de proteína, Taninos condensados

**Modalidad:** poster

**Tópico:** Nixtamalización tradicional

## Maíz con alto contenido de aceite y su efecto en la retrogradación, formación de complejo amilosa-lípido y propiedades de textura en tortilla chips

A. Topete-Betancourt<sup>1,\*</sup>, J.D. Figueroa-Cárdenas<sup>1</sup>, & R.E. Preciado-Ortíz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Querétaro. Fracc. Real de Juriquilla, Querétaro, Querétaro, México. C. P. 76230.

<sup>2</sup> Campo experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato, C. P. 38110, México.

\*alfonso.topete@cinvestav.mx

### Resumen

En la clasificación de Maíces con Alto Valor Agregado esta el Maíz de Alto Contenido de Aceite (MACA) que contiene 6-8.9% comparados con maíz normal que presenta 3.5-5.1%. Granos de MACA se emplean con ventajas en dietas de animales y producción de bio-diesel donde reducen costos y aumentan rendimientos. Se han propuesto emplear híbridos MACA para reducir la retrogradación en tortilla. No se conocen estudios sobre el efecto de híbridos MACA en la producción de tortilla chips. El objetivo fue evaluar el efecto un híbrido MACA en la retrogradación, formación del complejo amilosa-lípidos y textura de tortilla chips. Se elaboraron tortilla chips con el proceso de nixtamalización tradicional (1% p/p de cal) y 25 min de cocimiento en maíz normal e híbridos MACA. Las tortilla fueron freídas en aceite a 185°C por 42s para obtener tortilla chips. El aceite en maíz normal fue del 3.5% mientras en el híbrido MACA de 6%, sin embargo, el contenido de aceite final en tortilla chip del maíz normal fue 26% y en tortilla chip del híbrido MACA fue de 22%. La explicación para esta diferencia es que durante el freído, el aceite nativo compite con el aceite agregado por las cavidades dejadas por el vapor de agua durante el freído, disminuyendo la absorción de aceite en tortilla chips de MACA. La caracterización térmica empleando un nuevo método de DSC muestran por primera vez endotermas de complejos de amilosa-lípidos conocidos como almidón resistente (AR) tipo 5-I y AR3 este último debido a la retrogradación amilopectina en tortilla chips y se relacionan con menor absorción de aceite y menor dureza en tortilla chips del híbrido MACA comparada con el maíz normal. Picos de difractogramas de rayos-X con ángulo  $2\theta$  a 17.0° y 19.9° confirman la presencia de AR3 y AR5-I respectivamente en tortillas chips.

**Palabras clave/ Key words:** Tortilla chip, complejo amilosa-lípido, híbrido alto contenido de aceite.

**Modalidad/Modality:** Póster

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización tradicional/ Traditional.

## Almidones modificados provenientes de musáceas colombianas

**Victor D. Quintero-Castaño<sup>1,2</sup>, Juan C. Lucas-Aguirre<sup>1</sup>, Luis A. Bello-Pérez<sup>3</sup>**  
victordumar@uniquindio.edu.co

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de ciencias agroindustriales, Universidad del Quindío, Carrera 15 # 12 Norte, Edificio F, Armenia, Quindío, Colombia.

<sup>2</sup>Programa De Doctorado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Caldas, Calle 65 No. 26-10, Apartado Aéreo 275, Manizales, Caldas.

<sup>3</sup>Instituto Politecnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Km 8.5, Carretera Yautepec-Jojutla, Colonia San Isidro, Apartado Postal 24.62731, Yautepec, Morelos, México.

La modificación química con anhídrido octenil succínico ayuda a controlar las propiedades fisicoquímicas y térmicas de los almidones aislados. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar parcialmente los almidones modificados del plátano Dominico-Harton y FHIA 21 plantados en Colombia. El mayor grado de sustitución se encontró en el almidón FHIA 21 (0.020) con 3% de OSA y 4 horas de reacción a temperatura ambiente. La morfología del gránulo no se vio afectada, pero se evidenciaron pequeños cambios en la superficie. Ambos almidones modificados informaron bandas de absorción en el IR a 1566 y 1738 cm<sup>-1</sup>, apropiado para este tipo de derivados de almidón. Las estructuras hexagonales y monoclinicas de almidón fueron alteradas por modificación química. En las curvas de empastamiento se observó una disminución drástica en la viscosidad de los almidones modificados con respecto al nativo. Las temperaturas de gelatinización de los almidones modificados fueron similares a las de los almidones aislados.

## Evaluación de la digestibilidad de almidones de plátano modificados con OSA

Victor D. Quintero-Castaño<sup>1,2</sup>, Juan C. Lucas-Aguirre<sup>1</sup>, Luis A. Bello-Pérez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de ciencias agroindustriales, Universidad del Quindío, Carrera 15 # 12 Norte, Edificio F, Armenia, Quindío, Colombia.

<sup>2</sup>Programa De Doctorado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Caldas, Calle 65 No. 26-10, Apartado Aéreo 275, Manizales, Caldas.

<sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Km 8.5, Carretera Yautepec-Jojutla, Colonia San Isidro, Apartado Postal 24.62731, Yautepec, Morelos, México.

El almidón es una molécula que se hidroliza fácilmente al ingresar al tracto gastrointestinal gracias a las enzimas digestivas, los jugos gástricos y las sales biliares. El almidón nativo extraído de las musáceas (plátanos y plátanos) ha sido ampliamente reportado como un contribuyente de almidón resistente en la dieta. En los últimos años, los investigadores han estado trabajando en la modificación química de los almidones nativos con anhídrido octenil succínico para aumentar los porcentajes de almidón resistente y almidón de digestión lenta. En el presente trabajo, se evaluó la digestibilidad de tres almidones químicamente modificados extraídos de musáceas (FHIA 21, Dominico Hartón y Gros michel). Los almidones se sometieron a digestión in vitro durante 360 minutos y se tomaron muestras a intervalos de tiempo para determinar la cantidad de glucosa liberada, para luego modelar los datos con ecuaciones cinéticas. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de almidón de digestión lenta fue DH-mod con 86.42% y con un tiempo de hidrólisis más largo que 313.6 min. A su vez, el FHIA-mod tuvo el porcentaje más bajo de almidón de digestión lenta con 55.72% y con un tiempo de hidrólisis más corto de 239.5min. El almidón crudo FHIA-mod fue el que aportó el porcentaje más bajo de almidón de digestión rápida (14.42%) mientras que el almidón GM-mod mostró el mayor porcentaje de almidón de digestión rápida (0.78%) con un tiempo de hidrólisis más largo (15.87min) en comparación con los otros almidones analizados. Los almidones modificados de Osa de musáceas son productos que proporcionan un alto porcentaje de almidón resistente, lo que los hace atractivos para la formulación de productos que deben ofrecer un índice glucémico bajo o para aquellos procesos en los que se requiere que el almidón no se destruya en entornos ácidos.



## POSTERS

**Martes 22 de Octubre**

**Hora: 14-16 hs**

**Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada.**

**MA-051- Valor Nutricional y Nutracéutico de Tortillas Saludables Elaboradas a Base de Harinas de Maíz Azul y Frijol Tépari Procesados por Extrusión Alcalina.**

**Por:** *K.E. Arechiga-Chávez, C. Reyes-Moreno, R. Gutiérrez-Dorado, J.X.K. Perales-Sánchez, L.C. Gámez-Valdez & C.A. Gómez-Aldapa.*

**MA-052- El consumo de una botana horneada de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cocido induce mecanismos antioxidantes y reduce la expresión de genes asociados al metabolismo energético en un modelo *in vivo* de colitis crónica.** **Por:** *I. Luzardo-Ocampo, R. Campos-Vega, Luis Mojica, J.A. Acosta-Gallegos & G. Loarca-Piña*

**MA-053- Caracterización del almidón de sagú (*Canna indica*) fermentado para la implementación de procesos agroindustriales.** **Por:** *S. S. Chaparro-Sánchez, W. E. Romero-López & M. P. Rodríguez-Rojas.*

**MA-054- Tortillas de maíz producidas a partir de maíz nixtamalizado en frío y extrudido/ Corn tortilla produced from extruded cold nixtamalized maize.** **Por:** *N.M. Peñalosa Jiménez, M. Gaytán Martínez, F. Loarca Piña, & M.L. Reyes Vega.*

**MA-055- Cambios fisicoquímicos, morfológicos y bioquímicos que ocurren durante el malteo de maíces Puma y Palomero.** **Por:** *Ezequiel Hernández-Becerra, Brenda Contreras-Jiménez, Alma Vuelvas-Solorzano, Carolina Muñoz-Torres, Beatriz Millan-Malo & Mario E. Rodríguez-García.*

**MA-056- Celda de Punción para Evaluar Dureza de Maíz Nixtamalizado.** **Por:** *M.H. Ibarra-Mendivil, Y.T. Gallardo-Navarro, & B. Ramírez-Wong.*

**MA-057- Effect of Calcium Salts Concentration on the Viscoelastic Properties of Sintered Tablets from Flours and Tortillas Evaluated by Stress-Relaxation Tests.** **Por:** *N. Ponce-García, D. Santiago-Ramos, J.D. Figueroa-Cárdenas, J.J. Véles-Medina & A. Escalante-Aburto.*

**MA-058- Desarrollo de una mezcla de harinas de maíz (*Zea mays* L.), frijol**



**(*Phaseolus vulgaris L.*) y semillas de ayote (*Cucurbita moschata*) para la elaboración de productos con mayor aporte proteico. Por: Cifuentes, B.**

**MA-059- Physicochemical, rheological, and textural changes on the masa, and tortilla obtained from nixtamalized corn genotypes. Por: M. A. Cornejo-Villegas, M. L. Zambrano-Zaragoza, A. Del Real-López, C. Hernández-Aguilar, M. E. Fuentes-Romero, K. Cruz-Zacarías, J. A. Oaxaca-Luna & M. C. Valderrama-Bravo.**

**MA-60- Effect of the method and corn variety on in vitro starch digestibility of tortillas, Por: Edith Agama-Acevedo, Glenda Pacheco-Vargas, Felipe Gutierrez-Meraz, & Luis A. Bello-Perez.**

**MA-61- Comparación de las propiedades fisicoquímicas, reológicas y texturales de los productos obtenidos de dos procesos de nixtamalización. Por: Carlos Martín Enríquez-Castro, Benjamín Ramírez-Wong, Patricia Isabel Torres-Chávez, Ana Irene Ledesma-Ozuna, Javier López-Cervántes, Armando Quintero-Ramos & Francisco Vásquez-Lara,**

**MA-62- Efecto de la adición de grasa animal en la formación de complejos amilosa-lípidos en maíz cacahuacintle durante la elaboración de pozole. Por: Dorantes-Campuzano M.F, M. Gaytán-Martínez, N. Palacios-Rojas, B.L. Contreras Jiménez, R. Campos-Vega & R.E. Preciado-Ortiz.**

**MA-63- Evaluación de tortilla de maiz adicionada con mucilago y extractos crudos de proteína de semilla Chan (*Hyptis Suaveolens*). Por: L. Gonzalez-Villafuerte, A. Bernardino-Nicanor, L. Gonzalez-Cruz & M. JuárezGoiz.**

**MA-64- Valor Nutricional y Nutracéutico de Tortillas Saludables Elaboradas a Base de Harinas de Maíz Azul y Frijol Tépari Procesados por Extrusión Alcalina. Por: K.E. Arechiga-Chávez, C. Reyes-Moreno, R. Gutiérrez-Dorado, J.X.K. Perales-Sánchez, L.C. Gámez-Valdez & C.A. Gómez-Aldapa.**

**MA-065- Use of amylase treated chickpea bagasse for tortilla enrichment, effect of protein and fiber on pGI, texture and preference attributes. Por: K. M. Guillén-Guerrero, J. De la Rosa – Millan.**

**MA-065-Efecto de los procesos de extrusión y calentamiento por microondas sobre propiedades fisicoquímicas, fitoquímicas y antioxidantes de alimentos botana indirectamente expandidos. Por: X.A. Ruiz-Armenta, J.J. Zazueta-Morales, C.I. Delgado-Nieblas, E. Aguilar-Palazuelos & N. Jacobo-Valenzuela.**



**MA-067- Valor nutritivo y perfil proteico de tortillas elaboradas a partir de harinas instantáneas obtenidas por calentamiento óhmico. Por: A.K. Ramírez-Jiménez, R. Cota-López, M. Gaytán-Martínez, M.L. Reyes-Vega & E. Morales-Sánchez.**

**MA-068- Efecto de la adición de frijol negro en la producción comercial de tortillas de maíz azul. Por: Cobián-Orozco A & de la Rosa-Millán J.**

**MA-069-Tortillas Producidas a Partir de Maíz Azul, Chía y Amaranto Procesados por Extrusión Alcalina. Evaluación de Propiedades Químicas, Tecnológicas y Sensoriales. Por: L.C. Gámez-Valdez, C. Reyes-Moreno, R. Gutiérrez-Dorado, J.X.K. Perales-Sánchez, J. Milán-Carrillo, C.A. Gómez-Aldapa.**

**MA-070- Estudio de la nixtamalización seca en la producción de tortilla integral y productos de maíz, Por: Rodríguez-Lino A. L, Morales-Sánchez E, Figueroa-Cárdenas, J.D, González-Jasso E, Velázquez de la Cruz G.**

**MA-071-Effect of stored maize grains in open and airtight systems with boldo (*Peumus boldus*) and epazote (*Dysphania ambrosioides*) on masa texture. Por: Valderrama-Bravo M.C, Jiménez-Ambriz S, Sánchez-Hernández G, Pérez-Reyes C, Quezada-Viay M. Y, Moreno-Lara J, Navarrete-Maya R.**

## Valor Nutricional y Nutracéutico de Tortillas Saludables Elaboradas a Base de Harinas de Maíz Azul y Frijol Tépari Procesados por Extrusión Alcalina

K.E. Arechiga-Chávez<sup>1,\*</sup>, C. Reyes-Moreno<sup>1,2</sup>, R. Gutiérrez-Dorado<sup>1,2</sup>, J.X.K. Perales-Sánchez<sup>1,2</sup>, L.C. Gámez-Valdez<sup>2</sup>, C.A. Gómez-Aldapa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>2</sup>Programa Regional de Posgrado en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>3</sup>Área Académica de Química, ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca – Tulancingo, Km 4.5 s/n, Mineral de la Reforma, Hidalgo, C.P. 42184, México.

\* [Katia\\_each@hotmail.com](mailto:Katia_each@hotmail.com)

### Resumen

La extrusión de maíz es una tecnología alternativa a la nixtamalización para producir tortillas de buena calidad, con menor degradación de nutrimentos y compuestos bioactivos, mayor digestibilidad proteínica, sin efluentes contaminantes y menor gasto de agua, energía y tiempo. La incorporación de leguminosas, como frijol, mejora los niveles de proteína, aminoácidos esenciales, micronutrientes y compuestos bioactivos de los productos de maíz. Debido a ello, el objetivo del trabajo fue evaluar las propiedades nutrimentales, nutricionales, tecnológicas, sensoriales y antioxidantes de tortillas producidas a base de harinas de maíz azul (*Zea mays* L.) (HMAE) y frijol tépari (*Phaseolus acutifolius*) (HFTE) procesados mediante extrusión alcalina. Las tortillas fueron elaboradas a partir de la mezcla 80% HMAE + 20% HFTE; esta proporción de harinas fue elegida con base a un estudio preliminar. Los resultados de esta investigación indicaron que la adición de 20% de harina de frijol tépari extrudido a las tortillas producidas a partir de harina de maíz azul extrudido mejoraron significativamente su contenido de proteína (27.69%), minerales (31.38%), fibra dietaria soluble (31.81%) y su digestibilidad proteínica *in vitro* (30.43%). Asimismo, las tortillas adicionadas con HFTE obtuvieron valores significativamente altos en compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante. Estas tortillas, también presentaron hinchabilidad, rolabilidad y aceptabilidad sensorial similares a las tortillas elaboradas a base de solo harina de maíz azul extrudido y harina comercial de maíz azul nixtamalizado, las cuales fueron empleadas como control. Debido a las propiedades nutrimentales, nutricionales, tecnológicas, sensoriales y antioxidantes de las tortillas de harina de maíz azul extrudido adicionadas con harina de frijol tépari extrudido, éstas podrían ser empleadas como un excelente vehículo para mejorar el estatus de salud de los consumidores de este tipo de productos.

**Palabras clave :** Maíz azul, Frijol tépari, Extrusión, Tortillas saludables

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## **El consumo de una botana horneada de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cocido induce mecanismos antioxidantes y reduce la expresión de genes asociados al metabolismo energético en un modelo *in vivo* de colitis crónica**

**I. Luzardo-Ocampo<sup>1</sup>, R. Campos-Vega<sup>1</sup>, Luis Mojica<sup>2</sup>, J.A. Acosta-Gallegos<sup>3</sup> & G. Loarca-Piña<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Investigación y Posgrado de Alimentos del Centro de la República (PROPAC). Cerro de las Campanas S/N, CP 76000, Universidad Autónoma de Querétaro (Querétaro, México).

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) (Zapopan, México). Camino Arenero 1227, CP 45019, Zapopan (Jalisco, México)

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Km. 6.5, CP 38010, Celaya, Guanajuato, México).

\*[loarca@uaq.mx](mailto:loarca@uaq.mx)

La demanda de botanas ha impulsado el desarrollo de alternativas que aporten beneficios saludables para reducir el efecto de enfermedades no transmisibles como la inflamación intestinal. El maíz (*Zea mays* L.) y el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) son ingredientes que por su contenido de compuestos bioactivos tienen potencial para usarse en la elaboración de botanas saludables. Asimismo, procesos tecnológicos como la nixtamalización pueden mejorar el perfil nutricional de estos ingredientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del consumo de una botana horneada de maíz nixtamalizado y frijol común cocido (BMF) en la modulación de estrés oxidativo y metabolismo energético, en un modelo *in vivo* de colitis crónica (CC). Ratones CD-1 (n=45) se distribuyeron aleatoriamente en 5 grupos: G1 (dieta basal); G2 (2% DSS), G3 (20 g BMF/kg peso corporal-día), G4 (40 g BMF/kg peso corporal-día) y G5 (60 g BMF/kg peso corporal-día). Los grupos G2-5 recibieron dextrán sulfato de sodio (DSS, 2%, 6 semanas) como inductor químico de CC. Peso corporal, índice de actividad de enfermedad (IAE) y heces fueron recolectadas durante el tratamiento. Tras el sacrificio, los órganos (colon/hígado) fueron recolectados, pesados y analizados para histopatología. Parámetros fecales (composición química: compuestos fenólicos/metabolitos, pH, capacidad antioxidante, y  $\beta$ -glucuronidasa), plasmáticos (capacidad antioxidante, citocinas) y colónicos (mieloperoxidasa y genes asociados a metabolismo energético/estrés oxidativo) fueron evaluados. Para los grupos con DSS, G4 presentó el menor IAE (0.88) y menor puntaje histológico (4.75). El consumo de BMF incrementó pH y capacidad antioxidante fecal/plasmática; disminuyó niveles plasmáticos de citocinas pro-inflamatorias (TNF- $\alpha$  y MCP-1); e incrementó la expresión de genes asociados a mecanismos antioxidantes (*SOD2*, *PRDM6* y *SIRT1*) y disminuyó aquellos de metabolismo energético (*ADIPOR2*, *PRKAA1*, *PFKFB3*, *ADIPOQ*). En conclusión, botanas elaboradas con ingredientes saludables como el maíz nixtamalizado/frijol común cocido disminuyen marcadores de estrés oxidativo y metabolismo energético en ratones CD-1.

**Palabras clave/ Key words:** Maíz (*Zea mays* L.), nixtamalización, botanas.

**Modalidad/Modality:** Oral

**Tópico/ Topic:** Nutrición/ Nutrition.

## Caracterización del almidón de sagú (*Canna indica*) fermentado para la implementación de procesos agroindustriales

S. S. Chaparro-Sánchez<sup>1,\*</sup>, W. E. Romero-López<sup>1</sup> & M. P. Rodríguez-Rojas<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

\*mprodriguez@unillanos.edu.co

### Resumen

El almidón de sagú (*Canna Indica*) es importante para la agroindustria colombiana, en la fabricación artesanal de amasijos como el pan de sagú y las achiras, sin embargo, la investigación sobre esta materia prima es incipiente. Estudios realizados con almidones de yuca (casava, mandioca) demuestran que al fermentarse presentan mejores características frente a su estructura nativa para procesos agroindustriales. Por tal motivo se realizó el estudio en almidón de sagú para observar los cambios que genera la fermentación en su estructura frente al almidón nativo. Para ello se sometió el almidón a fermentación en tres relaciones diferentes de almidón:agua (1:2, 1:4 y 1:6) y se tomaron muestras cada 5 días hasta 45 días totales del proceso. Se les evaluaron propiedades fisicoquímicas, térmicas y microbiológicas a cada una de las muestras de almidón. Se determinó que la acidez, humedad, densidad, cenizas y tamaño de partícula aumentan con los días de fermentación, mientras que el pH, temperatura de gelatinización y viscosidad máxima disminuyen. Estadísticamente se comprobó que la relación almidón:agua no afecta las variables mencionadas. Por otra parte los resultados obtenidos de viscosidad y gelatinización en los días 40 y 45 de las relaciones 1:4 y 1:6 demuestran que este almidón es apto para productos como mermeladas, gelatinas, mayonesas, dulces de leche y productos de panadería ya que resisten temperaturas hasta de 75,3 °C y tienden a aumentar la viscosidad en la etapa de enfriamiento, además de contar con pH bajos lo que ayuda al inhibir el crecimiento bacteriano y valores altos de acidez que aporta el sabor característico del almidón de sagú. Se demostró la existencia de levaduras y bacterias amilolíticas durante la fermentación.

**Palabras clave/ Key words:** fermentación, agroindustria, estructura / fermentation, agroindustry, physical structure.

**Modalidad/Modality:** Oral

**Tópico/ Topic:** Almidón/ Starch

## **Tortillas de maíz producidas a partir de maíz nixtamalizado en frío y extrudido/ Corn tortilla produced from extruded cold nixtamalized maize**

*N.M. Peñaloza Jiménez<sup>\*</sup>, M. Gaytán Martínez<sup>2</sup>, F. Loarca Piña<sup>2</sup>, & M.L. Reyes Vega<sup>3\*</sup>*

<sup>1</sup>Ingeniería de Alimentos, Facultad de Química, UAQ, Querétaro, México.

<sup>2</sup>PROPAC, Facultad de Química, UAQ, Querétaro, México.

<sup>3</sup>Dirección de Investigación y Posgrado, UAQ, Querétaro, México.

\*luzrega@icloud.com

### **Resumen**

El maíz, uno de los cereales más importantes a nivel mundial contiene almidón, proteínas, aceites y fibra. Aproximadamente el 75% del consumo de maíz es en forma de tortillas, que constituye el alimento básico de la población mexicana. La nixtamalización, un tratamiento termo-alcálico, es el procedimiento tradicional para su producción; sin embargo, requiere de una cantidad excesiva de agua y genera contaminantes. Se han buscado alternativas al proceso, tales como la extrusión, aunque la ausencia de reposo del maíz en la solución alcalina reduce la difusión de agua y calcio en las estructuras internas del maíz, por lo cual las propiedades nutrimentales y fisicoquímicas de los productos finales son diferentes a los del método tradicional. Se propuso aplicar un tratamiento de nixtamalización fría, es decir mantener el maíz en agua con la concentración de cal adecuada, por un tiempo determinado y posteriormente procesarlo por extrusión. Las condiciones utilizadas fueron 20 rpm, temperatura de precalentamiento de 60 °C y 80°C de calentamiento, posteriormente un secado y molienda obteniendo harinas y, de ellas, tortillas. La masa se caracterizó fisicoquímicamente mediante un texturómetro (sonda esférica 22 mm de diámetro), viscosidad y DSC y a las tortillas se les practicó análisis de textura y de color. Se observó que el factor más importante para determinar la calidad de la tortilla fue el tiempo de reposo; a partir de un reposo de 5 h, las tortillas obtenidas presentaban parámetros de textura similares a las tortillas obtenidas por un proceso de nixtamalización tradicional.

**Palabras clave:** nixtamalizado, tortilla, extrusión, calidad.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies

## **Cambios fisicoquímicos, morfológicos y bioquímicos que ocurren durante el malteo de maíces Puma y Palomero**

**Ezequiel Hernández-Becerra<sup>1</sup>, Brenda Contreras-Jiménez<sup>1</sup>, Alma Vuelvas-Solorzano<sup>2</sup>, Carolina Muñoz-Torres<sup>3</sup>, Beatriz Millan-Malo<sup>4</sup> y Mario E. Rodríguez-García<sup>4\*</sup>**

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Juriquilla, Qro, 76230, México.

<sup>2</sup>Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México campus Querétaro, Qro, C.P. 76230, México.

<sup>3</sup>Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro, C.P. 76230, México.

<sup>4</sup>Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México campus Juriquilla, Querétaro, 76230, México.

\*[marioga@fata.unam.mx](mailto:marioga@fata.unam.mx)

### **Resumen/ Abstract**

Este trabajo estudió los cambios fisicoquímicos, nutrimentales y bioquímicos que ocurren durante el malteo en los granos, harinas y almidón de maíz de las variedades Puma y Palomero. El proceso de malteo modifica la composición nutrimental disminuyendo el contenido de grasas, un incremento de azúcares reductores y una disminución del almidón sugieren una fuerte actividad enzimática para satisfacer los requisitos energéticos de la semilla. El almidón es la principal fuente de energía para la semilla, el contenido de amilosa, exhibió una disminución en la primera etapa de germinación que podría estar asociada con la formación de azúcares reductores, un aumento en el contenido de amilosa al final del malteo puede estar asociado a la des-ramificación enzimática de las cadenas de amilopectina. Las imágenes SEM de la malta mostraron un ataque enzimático selectivo. La tasa de germinación y la reducción de azúcares se comportaron como una curva logística. Los patrones de difracción de rayos X mostraron que el proceso enzimático no modifica la estructura cristalina de estos almidones. El perfil de viscosidad mostró cambios en la viscosidad máxima y la viscosidad final, los cuales, fueron asociadas con la degradación de la amilosa, la desramificación de la amilopectina y el aumento de azúcares reductores. El análisis IR mostró que durante el malteo, los lípidos tuvieron un cambio drástico, un incremento al principio (lipogénesis) y al final una disminución (lipólisis). Este trabajo sienta las bases para aplicaciones en el uso de maíz como materia prima de la obtención de bebidas fermentadas, tortillas bajas en grasa entre otros.

**Palabras clave/ Key words:** Malteo de maíz, Azúcares Reductores, Puma y Palomero  
**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Nutrición, Fisicoquímica, Aspectos biológicos

## Celda de Punción para Evaluar Dureza de Maíz Nixtamalizado

*M.H. Ibarra-Mendivil<sup>1,\*</sup>, Y.T. Gallardo-Navarro<sup>1</sup>, & B. Ramírez-Wong<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, CdMx, México.*

<sup>2</sup>*Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.*

### Resumen/ Abstract

La dureza del nixtamal es una característica importante a evaluar para obtener masa y posteriormente tortillas, con atributos organolépticos que agraden a los consumidores. Existe la necesidad de métodos que permitan una medición objetiva de ese parámetro, para lo cual es necesario disponer de un método instrumental. Con el propósito de evaluar el efecto de algunas condiciones del proceso de nixtamalización sobre la dureza del nixtamal, se diseñó y construyó una Celda de Punción de Nixtamal (CPN), para medir la textura en granos individuales de maíz nixtamalizado. La CPN fue estandarizada con nixtamal comercial y los factores evaluados fueron: diámetro de punzón (1.75, 2.00 ó 2.25 mm) y la velocidad de cabezal del Texturómetro (25, 50 ó 75 mm). Los dos parámetros de textura evaluados fueron la dureza, expresada como la fuerza máxima (FM) requerida para romper el nixtamal y el módulo de elasticidad (ME). El diámetro de punzón y velocidad de cabezal seleccionados para evaluar la CPN fueron 2.00 mm 75 mm, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron 29.0% para la FM y 31% para el ME. La variabilidad se atribuye a lo heterogéneo de los granos de nixtamal y no a la celda. La CPN fue capaz de detectar la diferencia en la dureza de nixtamal obtenido, tanto en dos tortillerías como en dos días de muestreo diferentes.

**Palabras clave/ Key words:** celda, cabezal, dureza, nixtamal, punzón.

**Modalidad/Modality:** Poster.

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización tradicional/ Traditional.

## Effect of Calcium Salts Concentration on the Viscoelastic Properties of Sintered Tablets from Flours and Tortillas Evaluated by Stress-Relaxation Tests

N. Ponce-García<sup>1</sup>, D. Santiago-Ramos<sup>2</sup>, J.D. Figueroa-Cárdenas<sup>3</sup>, J.J. Véles-Medina<sup>3</sup>, A. Escalante-Aburto<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEMex, Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, México.

<sup>2</sup>PROPAC, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Querétaro, México.

<sup>4</sup>Departamento de Nutrición, Universidad de Monterrey, San Pedro Garza García, México.

\*anayansi.escalante@udem.edu

### Abstract

This research aimed to evaluate the effect of different calcium compounds and their concentration on the viscoelastic parameters of flours and tortillas obtained with traditional and ecological nixtamalization. Specimens (tablets) of nixtamalized flours and tortillas (14% moisture) prepared with three different calcium sources and four concentrations were sintered using a die and a hydraulic press and were evaluated by stress-relaxation tests with a texturometer. Data collected from the stress-relaxation curve was fitted into a three-element generalized Maxwell model ( $r^2=0.9999$ ), allowing the detection of significant differences in the estimated viscoelastic parameters. When flours are processed into tortillas, the most notable change was the increase of +88.44% and +73.44% respectively, in the summation of the elastic modulus, and the compressional viscosity in samples produced with  $\text{CaCO}_3$ . On the contrary, tablets from samples with  $\text{Ca(OH)}_2$  presented a sharp diminishing (loss) in both of the evaluated viscoelastic parameters, accounting a decrease of -39.82% and -46.28% for the elastic modulus and compressional viscosity summations, respectively. Highly significant correlations were found among viscoelastic parameters when a slight proportional increase was observed in the specific elastic moduli, meaning that the energy was stored by each elastic element in the tablets, while the compressional viscosity coefficients varied as a function of time. Finally, it was found that the residual spring due to the pure elastic component ( $E_0$ ) stored energy during the entire test.

**Key words:** Ecological nixtamalization, stress-relaxation test, flours, tortillas, generalized Maxwell model.

**Modality:** poster

**Topic:** Alternative Technologies.

## **Desarrollo de una mezcla de harinas de maíz (*Zea mays L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y semillas de ayote (*Cucurbita moschata*) para la elaboración de productos con mayor aporte proteico**

*Cifuentes, B.*

*Universidad del Valle de Guatemala Beatriz Cifuentes, 15129 Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos Diseño e innovación en Ingeniería de Alimentos*

\*email: [cif15129@uvg.edu.gt](mailto:cif15129@uvg.edu.gt)

### **Resumen**

La milpa es un sistema tradicional de policultivo, que consiste en un ecosistema basado en la siembra combinada de maíz (*Zea mays L.*), ayote (*Cucurbita moschata*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Al decir que es un ecosistema, se refiere a que coexisten para preservarse y mantenerse. El frijol se caracteriza por ser una planta fijadora de nitrógeno atmosférico que aporta este nutriente a los demás cultivos. La caña del maíz aporta sostén para que el frijol trepe y crezca. El ayote sembrado entre el maíz y el frijol cubre ampliamente el suelo y no permite el crecimiento de hierbas malas y ayuda a mantener la humedad del suelo. Ahora bien, con ello se puede observar que estos cultivos no solo coexisten entre sí, sino que también pueden llegar a complementarse nutricionalmente. Según varios estudios se ha determinado que el maíz es deficiente en dos aminoácidos esenciales (lisina y triptófano). Sin embargo, una de las fuentes de lisina más abundantes que se conocen es el frijol. Por otro lado, las semillas del ayote son una fuente abundante de triptófano. Por lo que con este trabajo se tiene como objetivo principal el desarrollo de una mezcla de harinas de estos tres cultivos que, al combinarse, se logre obtener un mayor aporte de calidad proteica y se utilice para la elaboración de diferentes productos (tortillas frescas, horneadas y fritas). Con lo cual se espera mantener el aprovechamiento de cultivos locales y proporcionar una alternativa más nutritiva para la población. Esto debido a que Guatemala ocupa el primer lugar de América Latina en cuanto al índice de desnutrición crónica y el sexto a nivel mundial. Teniendo como consecuencia efectos negativos no solo en la salud de las personas que sufren esta condición, sino también en la economía y el desarrollo del país.

**Palabras clave:** Nutrición, enriquecimiento, productos nixtamalizados, frijol tepari, maíz,

**Modalidad:** Por definir

**Tópico:** Nutrición

## Physicochemical, rheological, and textural changes on the masa, and tortilla obtained from nixtamalized corn genotypes

M. A. Cornejo-Villegas<sup>1</sup>, M. L. Zambrano-Zaragoza<sup>1</sup>, A. Del Real-López<sup>2</sup>, C. Hernández-Aguilar<sup>3</sup>, M. E. Fuentes-Romero<sup>4</sup>, K. Cruz-Zacarías<sup>4</sup>, J. A. Oaxaca-Luna<sup>5</sup>, M. C. Valderrama-Bravo<sup>4, 5\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Molecular de Materiales, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Juriquilla, Querétaro C.P. 76230, México

<sup>3</sup>Posgrado de Ingeniería en Sistemas, ESIME-Zacatenco, IPN. Ciudad de México.

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, Sección Ingeniería en Alimentos, FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54725, México

<sup>5</sup>Departamento de Matemáticas, FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México

[carmenvalde@yahoo.com.mx](mailto:carmenvalde@yahoo.com.mx)

Corn (*Zea Mays*) is one of the most cultivated grain for food in the world, however in Mexico its supply is not enough. Hybrids maize, parental simple crosses, and inbred lines are an alternative. The objective of this work was to evaluate the physicochemical changes of flour, masa, and tortilla of three inbred lines M54, M55, and CML-242, two crosses (M54xM55, M55xM54) and a hybrid (H-70). The cooking times in the nixtamalization were obtained from the flotation index. After cooking, samples were steeping for 12 h, grinding and dry. The flours were hydrated to get masa and tortilla, and characterized by the water absorption index (WAI) and solubility percentage (SP). Masa and nixtamal morphology was observed by scanning electron microscopy (SEM). The stress-strain relationship by uniaxial compression were measured, calculating Young's modulus and the point of maximum stress. Also, the masas were analyzed by texture profile analysis. In tortillas, maximum resistance to breakage were conducted. The results showed that the highest WAI was for H-70 flour (3.50 g gel/g db) and the lowest for CML-242 (3.01 g gel/g db). The highest SP was M54 (6.2%) and lowest M4xM55 (4.7%). The micrographs showed differences in all starch genotypes between nixtamal and masa samples. Young's modulus was significant different ( $p < 0.05$ ) for M54xM55, M55xM54 and H-70. The texture showed significant differences for all genotypes ( $p < 0.05$ ). The higher textural properties were hardness for H-70 (9.56 N), elasticity for sample CML-242 (4.32 mm), adhesiveness for M55 (7.55 mJ), and cohesivity for CML-242 (0.62 N). The maximum tortilla breaking strength was for CML-242 (6.18 N), and the lowest value for M54 (3.46 N). The results indicated that the H-70 hybrid could give higher masa yields; however, the CML-242 hybrid could have the best results for masa by its cohesiveness and elasticity.

**Palabras clave:** Nixtamalized-flour, masa, tortilla, maize-genotype

**Modalidad:** Oral

**Tópico:** Nixtamalización tradicional



## Effect of the method and corn variety on in vitro starch digestibility of tortillas

*E. Agama-Acevedo<sup>1,\*</sup>, G. Pacheco-Vargas<sup>1</sup>, F. Gutiérrez-Meraz<sup>1</sup>, & L.A. Bello-Pérez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Instituto Politécnico Nacional, CEPROBI, km. 6.5 Carr. Yautepec-Jojutla Col. San Isidro, C.P. 72732, Yautepec, Morelos, México.*

\*eagama@ipn.mx

### **Abstract**

The starch digestibility of white and blue corn tortillas prepared with two methods were assessed in this study. The methods used were: artisanal, hand-made, with the preparation of nixtamal, masa and tortilla; the second one method was a commercial tortilla elaborated with a commercial nixtamalized flour. White and blue corn were used. The in vitro starch digestion was assessed with an extended version of the Goñi et al.'s method. The starch digestible fractions determined from the enzymatic hydrolysis kinetics were similar in both white and blue tortillas, while showing differences ( $p < 0.05$ ) with the commercial tortilla. The results suggested that the preparation method (machined versus manual) and the corn variety (white versus blue) affected the nutritional characteristics of corn tortillas.

**Key words:** Starch, hydrolysis rate, resistant starch, slowly digestible starch

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Starch

## COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, REOLÓGICAS Y TEXTURALES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DE DOS PROCESOS DE NIXTAMALIZACIÓN

Carlos Martín Enríquez-Castro<sup>ab\*</sup>, Benjamín Ramírez-Wong<sup>a</sup>; Patricia Isabel Torres-Chávez<sup>a</sup>;  
Ana Irene Ledesma-Ozuna<sup>a</sup>; Javier López-Cervántes<sup>c</sup>; Armando Quintero-Ramos<sup>d</sup>; Francisco  
Vásquez-Lara<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora, México.

<sup>b</sup>Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, Río Grande, Zacatecas, 98400, México.

<sup>c</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Cd Obregón, Sonora, México.

<sup>d</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

<sup>e</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Hermosillo, Sonora, México.

\*e-mail:[carlos\\_enriquez\\_castro@hotmail.com](mailto:carlos_enriquez_castro@hotmail.com)

El proceso de nixtamalización tradicional (PNT) permite elaborar masa y tortillas, pero el licor alcalino de cocción es descargado sin tratamiento previo. Por otro lado, el proceso de nixtamalización por extrusión (PNE) como tecnología alternativa, no genera contaminación y permite producir harinas nixtamalizadas y tortillas. El objetivo de esta investigación fue obtener harina, masa y tortillas mediante PNT y PNE, y comparar las características reológicas, estructurales y texturales de masa y tortilla. Maíz molido en las mallas de 1.0, 0.8 o 0.5 mm fue mezclado en proporciones de 40, 45 y 15%, respectivamente, y acondicionado con 25% de humedad y 0.3% (p/p) de cal por 12 h a 5 °C. El maíz molido y acondicionado fue extrudido, secado y molido para obtener harina de maíz nixtamalizada extrudida (HMNE), e hidratado para producir masa y tortillas. Por otro lado, en el PNT se coció maíz en agua (1:3) y cal al 1% (p/p) por 20 min a ebullición, y fue reposado durante 14 h para obtener el nixtamal. El grano cocido fue lavado y molido para obtener masa y tortillas. Una parte de la masa se liofilizó para obtener harina de maíz nixtamalizada (HMN), y otra fue usada para elaborar tortillas. A las harinas de ambos procesos se les determinó el índice de tamaño de partícula (ITP), la capacidad de absorción de agua subjetiva (CAAS), índice de material soluble (IMS). A maíz, harina, masa y tortilla de ambos procesos se les evaluó el perfil de viscosidad (RVA) y almidón resistente (AR). A las masas se les determinó El módulo elástico ( $G'$ ), módulo viscoso ( $G''$ ) y tan delta ( $G''/G'$ ). La textura de tortillas fue expresada en función de la firmeza y rollabilidad. El PNE produjo harina extrudida más fina (ITP=53) que el PNT (ITP=45), menor pico de viscosidad, y menor CAAS (100 mL/100 g) que el PNT (108) pero mayor contenido de AR en los productos de cada etapa. La masa fresca presentó un comportamiento más elástico ( $G' > G''$ ) que la extrudida. Aunque las tortillas obtenidas por el PNE retrogradaron más rápido que las del PNT y presentaron mayor firmeza, pero tuvieron buena aceptación por parte del consumidor.

**Palabras clave:** maíz, tortilla, almidón, extrusión, nixtamalización

**Modalidad/Modality:** Poster.

**Tópico/ Topic:** Almidón, Tecnologías Alternativas, Nixtamalización tradicional

## EFECTO DE LA ADICIÓN DE GRASA ANIMAL EN LA FORMACIÓN DE COMPLEJOS AMILOSA-LÍPIDOS EN MAÍZ CACAHUACINTLE DURANTE LA ELABORACIÓN DE POZOLE

*Dorantes-Campuzano M.F.<sup>1</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>2,\*</sup>, N. Palacios-Rojas<sup>3</sup>, B.L. Contreras Jiménez<sup>4</sup>; R. Campos-Vega<sup>1</sup>, Preciado-Ortiz R.E.<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México.

<sup>2</sup>Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC), Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ, Querétaro, Mexico

<sup>3</sup>Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de México (UNAM)

<sup>5</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

\*marcelagaytanm@yahoo.com.mx

### Resumen

Se considera que el maíz es uno de los alimentos más consumidos en México, se han reconocido más de 20 razas de maíz actuales. La gramínea ha sido foco de diversas investigaciones para mejorar la funcionalidad y la calidad de los alimentos basados en este cereal. La nixtamalización es un método que incrementa el valor nutricional del maíz y es usada para la elaboración de diversos productos como es el pozole. Este último es un platillo tradicional mexicano, que consiste en una sopa de granos, generalmente maíz Cacahuacintle, carne y verduras preparada a partir del producto de dicho tratamiento. Durante este tratamiento térmico, el cereal sufre una gelatinización y retrogradación, las cuales afectan el orden molecular de los gránulos de almidón, componente primario del maíz. El recocado es un fenómeno que sucede cuando el almidón es calentado en exceso de agua y sufre un calentamiento paulatino, este tratamiento propicia la interacción de cadenas de amilosa con lípidos presentes en el gránulo, generando almidón resistente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la formación de complejos de amilosa-lípidos durante la elaboración de pozole. Se adicionaron 3 niveles de grasa animal a tres tipos de maíz Cacahuacintle, una variedad blanca y dos moradas. Los endoterma correspondientes a la gelatinización en muestras sin grasa y endotermas de fusión de complejos amilosa-lípidos en muestras con grasa se obtuvieron en las tres variedades de maíz. En la evaluación de las propiedades reológicas del maíz, se encontró que al aumentar la cantidad de grasa disminuye la viscosidad, además de que el maíz morado fue el que presentó menor viscosidad respecto a la variedad blanca.

**Palabras clave:** pozole, almidón, complejos amilosa-lípidos

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Almidón

## Evaluación de tortilla de maíz adicionada con mucilago y extractos crudos de proteína de semilla Chan (*Hyptis Suaveolens*)

L. Gonzalez-Villafuerte<sup>1</sup>, A. Bernardino-Nicanor<sup>2</sup>, L. Gonzalez-Cruz<sup>2</sup>, & M. JuárezGoiz<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Bioquímica, Laboratorio de Alimentos, TecNM, Guanajuato, México.

\*jmayolo@gmail.com

### Resumen

Se optimizó el proceso de extracción de mucilago de la semilla de Chan, se adicionó a la harina de maíz comercial a distintos porcentajes; desde un 60% hasta un 5%, obteniéndose una tortilla mejorada en su textura y sin cambios apreciables en color, aroma, sabor; se envasó con material plástico comercial y se almacenaron las muestras a temperatura ambiente de  $25 \pm 5$  °C, el seguimiento y la evaluación de las muestras se realizó mediante la determinación de la humedad cada 24 h; la fuerza de corte y la flexibilidad, se midieron con un texturómetro TA-XT2i. Los cambios de humedad de las muestras con mucilago a las 72 h, fueron de 8% y las tortillas sin mucilago de 5%. Las pruebas de rolabilidad de la tortilla de maíz con mucilago la conservó sin presentar problemas de fracturabilidad, situación muy distinta con la tortilla de maíz sin mucilago, que presentó fracturabilidad; comprobando estas respuestas al medir la fuerza de corte de la tortilla de maíz con mucilago de 1500 g-fuerza (14.7N) a las 72 h y una flexibilidad de 509 g-fuerza (4.99N) y para la tortilla de maíz sin mucilago, la fuerza de corte fue de 1202 (11.79 N) y una flexibilidad de 402 g-fuerza (3.9 N). Las pruebas preliminares de la adición de extractos crudos de proteína de la semilla de Chan se están optimizando bajo el criterio de aumentar el aporte nutrimental de la tortilla de maíz, sin afectar las mejoras de rolabilidad logrados con la adición del mucilago.

**Palabras clave:** Maíz, Mucilago de Chan, extracto de proteína

**Modalidad:** Poster Nutrición

**Tópico:** Aspectos Fisicoquímicos

## Valor Nutricional y Nutracéutico de Tortillas Saludables Elaboradas a Base de Harinas de Maíz Azul y Frijol Tépari Procesados por Extrusión Alcalina

K.E. Arechiga-Chávez<sup>1,\*</sup>, C. Reyes-Moreno<sup>1,2</sup>, R. Gutiérrez-Dorado<sup>1,2</sup>, J.X.K. Perales-Sánchez<sup>1,2</sup>, L.C. Gámez-Valdez<sup>2</sup>, C.A. Gómez-Aldapa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>2</sup>Programa Regional de Posgrado en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>3</sup>Área Académica de Química, ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca – Tulancingo, Km 4.5 s/n, Mineral de la Reforma, Hidalgo, C.P. 42184, México.

\* [Katia\\_each@hotmail.com](mailto:Katia_each@hotmail.com)

### Resumen

La extrusión de maíz es una tecnología alternativa a la nixtamalización para producir tortillas de buena calidad, con menor degradación de nutrimentos y compuestos bioactivos, mayor digestibilidad proteínica, sin efluentes contaminantes y menor gasto de agua, energía y tiempo. La incorporación de leguminosas, como frijol, mejora los niveles de proteína, aminoácidos esenciales, micronutrientes y compuestos bioactivos de los productos de maíz. Debido a ello, el objetivo del trabajo fue evaluar las propiedades nutrimentales, nutricionales, tecnológicas, sensoriales y antioxidantes de tortillas producidas a base de harinas de maíz azul (*Zea mays* L.) (HMAE) y frijol tépari (*Phaseolus acutifolius*) (HFTE) procesados mediante extrusión alcalina. Las tortillas fueron elaboradas a partir de la mezcla 80% HMAE + 20% HFTE; esta proporción de harinas fue elegida con base a un estudio preliminar. Los resultados de esta investigación indicaron que la adición de 20% de harina de frijol tépari extrudido a las tortillas producidas a partir de harina de maíz azul extrudido mejoraron significativamente su contenido de proteína (27.69%), minerales (31.38%), fibra dietaria soluble (31.81%) y su digestibilidad proteínica *in vitro* (30.43%). Asimismo, las tortillas adicionadas con HFTE obtuvieron valores significativamente altos en compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante. Estas tortillas, también presentaron hinchabilidad, rolabilidad y aceptabilidad sensorial similares a las tortillas elaboradas a base de solo harina de maíz azul extrudido y harina comercial de maíz azul nixtamalizado, las cuales fueron empleadas como control. Debido a las propiedades nutrimentales, nutricionales, tecnológicas, sensoriales y antioxidantes de las tortillas de harina de maíz azul extrudido adicionadas con harina de frijol tépari extrudido, éstas podrían ser empleadas como un excelente vehículo para mejorar el estatus de salud de los consumidores de este tipo de productos.

**Palabras clave :** Maíz azul, Frijol tépari, Extrusión, Tortillas saludables

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## Use of amylase treated chickpea bagasse for tortilla enrichment, effect of protein and fiber on pGI, texture and preference attributes.

K. M. Guillén-Guerrero, J. De la Rosa - Millan\*

<sup>1</sup>Tecnologico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Campus Querétaro, Av. Epigmenio González 500, CP. 76130, Santiago de Querétaro, Qro., México

\*juliandlm@tec.mx

### Abstract

Chickpea bagasses, obtained at pilot plant scale process involving either  $\alpha$ -amylase or isoamylase were used in partial substitution (10% in weight) of corn nixtamal to produce tortillas, the chemical composition as well as their *in vitro* starch digestion rate by calculating the amounts of rapidly, slowly and resistant starch fractions (RDS, SDS and RS), and their predicted glycemic index (pGI) were tested; additionally, the impact on textural and acceptability features were evaluated. The bagasses presented starch and protein contents of  $\approx 16$  and  $\approx 22\%$ , respectively, whilst the fiber varied from 48.3 to 56.4%, for amylase and non-treated samples, as well as  $\beta$ -glucans ( $\approx 1.9\%$ ). The tortillas presented an increase in protein and fiber contents when bagasse was used (12.45 and 12.96%, respectively). This materials improved SDS and RS fractions, promoting a reduction of pGI, and increasing protein digestion from 70.4 to 79.3% (control and amylase treated, respectively). The texture analysis shown differences in cutting force and tensile strength, that were related with the molecular composition of tortillas; whilst the rollability index did not shown significant differences among samples. The use of bagasses in tortilla production may enhance the production yield up to 1.86 kg masa/kg tortilla, improving process economy. The sensory evaluation shown an increase in sweetness of tortillas with amylase treated bagasse, while color and aroma were similar among samples. Due to the amount of variables and to understand their underlying molecular characteristics related with quality attributes, a principal component analysis was performed; where, the associations among  $\beta$ -glucans and yield arise, as well as the relationship among SDS and RS contents with some texture characteristics. For this, the use of these materials in tortilla making, could represent a alternative to other additives in order to increase yield, and improve some nutritional properties.

**Key words:**  $\beta$ -glucans, *in vitro* digestion, predicted glycemic index

**Modality:** Poster

**Topic:** Nutrition

## **Efecto de los procesos de extrusión y calentamiento por microondas sobre propiedades fisicoquímicas, fitoquímicas y antioxidantes de alimentos botana indirectamente expandidos**

**X.A. Ruiz-Armenta<sup>1</sup>, J.J. Zazueta-Morales<sup>1,\*</sup>, C.I. Delgado-Nieblas\*, E. Aguilar-Palazuelos<sup>1</sup>, N. Jacobo-Valenzuela<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Culiacán, Sinaloa, México. Av. De las Américas y Josefa Ortiz de Domínguez s/n. CP. 80000.

\*zazuetaj@uas.edu.mx

En los últimos años se ha buscado el mejoramiento de la composición nutrimental/nutracéutica de los alimentos botana indirectamente expandidos (ABIE). Estas botanas pueden ser obtenidas por extrusión y expandidas mediante calentamiento por microondas. El objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en las propiedades físicoquímicas, fitoquímicas y antioxidantes en las diferentes etapas (mezcla sin procesar (SP), pellet extrudido (PE), producto expandido (EXP)) durante la producción de alimentos botana indirectamente expandidos. Se elaboraron cuatro botanas a base de almidón de maíz (A) y maíz amarillo integral (M). La primera mezcla fue elaborada a partir de una relación de 60:40% (A:M, respectivamente), mientras que a la segunda mezcla se le añadió naranjita deshidratada (N) con una relación final de 55.19:36.79:8.02% (A:M:N). Por otra parte, se agregó proteína de leche en una tercera mezcla (A:M:N:P, 56.4:37.6:6%), mientras que tanto N como P fueron añadidos en la cuarta mezcla con una relación final de 51.59:34.39:8.02:6% (A:M:N:P). Las diferentes mezclas fueron extrudidas para obtener ABIE y posteriormente sometidas al calentamiento por microondas para su expansión. Se empleó la prueba de Fisher para la comparación de medias (Desing-Expert 6.0). Carotenoides totales (CT), fibra dietaria total e insoluble (FDT, FDI) disminuyeron en PE con respecto a SP, mientras que índice de absorción en agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA), fibra dietaria soluble (FDS), compuestos fenólicos libres (CF), compuestos fenólicos ligados (CFL) y actividad antioxidante (AAO), incrementaron. Por otra parte, IAA, ISA, FDS, y AAO (fracción libre) incrementaron en EXP con respecto a PE, mientras que CT, FDT, FDI, AOA (fracción ligada) disminuyeron. Las diferentes etapas de procesamiento de alimentos botana indirectamente expandidos presentaron un efecto importante sobre las diferentes propiedades evaluadas. Es posible producir alimentos botana con apropiadas propiedades fisicoquímicas, fitoquímicas y antioxidantes a partir de materias primas ricas en compuestos bioactivos.

**Palabras clave:** Extrusión, calentamiento por microondas, alimentos botana indirectamente expandidos.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Nutrición

## Valor nutritivo y perfil proteico de tortillas elaboradas a partir de harinas instantáneas obtenidas por calentamiento óhmico

A.K. Ramírez-Jiménez<sup>1</sup>, R. Cota-López<sup>2</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>3</sup>, M.L. Reyes-Vega<sup>2</sup> & E. Morales-Sánchez<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología-FEMSA. Monterrey, N.L., México.

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional, CICATA-IPN Unidad Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro

<sup>3</sup> Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Qro., México

\*emoraless@ipn.mx

### Resumen

El calentamiento óhmico (CO) es una tecnología alternativa con alta eficiencia energética y que no produce efluentes contaminantes durante el procesamiento de harinas nixtamalizadas de maíz. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del CO sobre el valor nutritivo y perfil de proteínas de tortillas elaboradas con harinas procesadas por este proceso. Se realizó un ensayo biológico con ratas Wistar recién destetadas que consumieron una de las siguientes dietas durante 21 días: maíz crudo (MC), tortilla nixtamalizada por proceso tradicional (TNT), tortillas comerciales (TC) y tortillas elaboradas con harinas obtenidas por CO (TCO). La ganancia de peso, eficiencia alimentaria, digestibilidad proteica, albúmina sérica y el valor de eficiencia proteica se midieron como marcadores nutricionales. Se realizó una extracción secuencial de las fracciones proteicas, seguida de electroforesis SDS-PAGE para identificar los cambios en el perfil de proteínas de cada muestra. Se observó que los grupos tuvieron una ganancia de peso y eficiencia alimentaria con la siguiente tendencia: TCO > TNT > TC > MC. TCO tuvo la mayor digestibilidad proteica, pero no presentó diferencias significativas en eficiencia proteica y albúmina sérica con TNT. La fracción de prolaminas correspondiente a las  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$  zeínas fue la más abundante en todos los tratamientos y no presentó cambios significativos entre las diferentes tortillas analizadas, pero sí con el maíz crudo. Los resultados sugieren que la tecnología de CO es factible para la producción de tortillas con valor nutritivo y proteico similar a las tortillas tradicionales, con potencial aplicación industrial.

**Palabras clave :** Tortillas, calentamiento óhmico, proteínas, valor nutritivo

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## **Efecto de la adición de frijol negro en la producción comercial de tortillas de maíz azul**

*Cobián-Orozco A<sup>1</sup>, de la Rosa-Millán J<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Tecnológico de Monterrey. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Campus Querétaro, Querétaro México.*

[andrea.cobian82@gmail.com](mailto:andrea.cobian82@gmail.com)

### **Resumen**

Una tortilla control (100% nixtamal), así como dos tratamientos, utilizando una substitución parcial al 15% de harina (HFN) de otra de puré de frijol negro (PFN) (*Phaseolus vulgaris* L.) (cocido) fueron elaboradas a nivel semi-comercial. Las características de rendimiento, contenido de proteína, color, textura, fenólicos totales y su influencia en la digestión de almidón fueron determinadas. Las tortillas de maíz control presentaron un rendimiento de 1.73 Kg de masa/Kg de tortilla, contra 1.56 y 1.65 Kg masa/Kg Tortilla para HFN y PFN, respectivamente. La adición de ambas harinas de frijol resultó en un aumento del 80% del contenido de proteína, 60% más Calcio y Hierro comparadas con el control. La variación de color ( $\Delta E=70.22$ ) fue mayor en las que una tortillas con puré de frijol, ocasionado por la lixiviación de pigmentos durante la cocción. En el mismo sentido, el contenido de fenólicos totales fue significativamente mayor en las tortillas HFN comparado con PFN y las control ( $P<0.05$ ). Los resultados de textura mostraron buen índice de rolabilidad y resistencia mecánica comparados con el control ( $\approx 7.9$  vs 7.5, HFN/PFN y control). Mediante un análisis de componentes principales se observó que el contenido de amilosa y fibra fueron determinantes en las propiedades de digestión, registrando pGI de 80.1, 75.4 y 78.6 para a tortilla control, HFN y PFN, respectivamente. El uso de leguminosas en tortillas maíz puede mejorar el rendimiento de producción así como influir significativamente en el aporte nutricional de este producto.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Nutrición

## Tortillas Producidas a Partir de Maíz Azul, Chía y Amaranto Procesados por Extrusión Alcalina. Evaluación de Propiedades Químicas, Tecnológicas y Sensoriales

L.C. Gámez-Valdez<sup>1\*</sup>, C. Reyes-Moreno<sup>1,2</sup>, R. Gutiérrez-Dorado<sup>1,2</sup>, J.X.K. Perales-Sánchez<sup>1,2</sup>, J. Milán-Carrillo<sup>1,2</sup>, C.A. Gómez-Aldapa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>2</sup>Programa Regional de Posgrado en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, A.P. 1354, Culiacán, Sin., C.P. 80000, México. <sup>3</sup>Área Académica de Química, ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca – Tulancingo, Km 4.5 s/n, Mineral de la Reforma, Hidalgo, C.P. 42184, México.

\*[mclauracelestegv@hotmail.com](mailto:mclauracelestegv@hotmail.com)

### Resumen

En la actualidad, se conoce que la extrusión de maíz es una tecnología alternativa a la nixtamalización para producir tortillas de buena calidad, es decir, genera una menor pérdida de nutrimentos y compuestos bioactivos, mayor digestibilidad proteínica, no produce efluentes contaminantes y utiliza un menor gasto de agua, energía y tiempo. La incorporación de otros granos como chía y amaranto mejora los niveles de proteína, aminoácidos esenciales, micronutrimentos, fibra dietaria y compuestos bioactivos de los productos de maíz. El objetivo del trabajo fue producir tortillas a base de harinas de maíz azul (*Zea mays L.*), chía (*Salvia hispanica*) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) procesados mediante extrusión alcalina [harina de maíz azul extrudido (HMAE), harina de chía desgrasada extrudida (HCDE) y harina de amaranto extrudido (HAE)] para evaluar su calidad nutrimental, tecnológica y sensorial. Se elaboraron dos tipos de tortillas a base de mezclas de estas harinas: 1) HMAE (75, 80, 85 %) + HCDE (25, 20, 15 %) y 2) HMAE (70, 75, 80 %) + HAE (30, 25, 20 %). A las tortillas se les evaluó su hinchabilidad, rolabilidad, color, sabor, textura y aceptabilidad global. Se encontró que las tortillas adicionadas con 25% de HCDE y 30% de HAE tuvieron mejor calidad tecnológica y sensorial (aceptables) que las de menor proporción; a éstas se les evaluó su composición química obteniendo mayor contenido de proteína, minerales y fibra dietaria que las tortillas elaboradas solo con HMAE. Con los resultados obtenidos se demuestra que las tortillas de maíz azul extrudido fortificadas con harinas de chía y amaranto extrudidos tienen potencial para mejorar la nutrición y salud de los consumidores de tortillas de maíz.

**Palabras clave:** Tortillas, Maíz azul, Chía, Amaranto, Extrusión

**Modalidad:** Póster

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## Estudio de la nixtamalización seca en la producción de tortilla integral y productos de maíz

Rodríguez-Lino A. L.<sup>1,\*</sup> Morales-Sánchez E<sup>1</sup>, Figueroa-Cárdenas, J.D.<sup>2</sup>, González-Jasso E<sup>1</sup>, Velázquez de la Cruz G<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. CICATA-IPN Unidad Querétaro, Querétaro, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro, México.

Autor de correspondencia: \*lizbeth2510ana@gmail.com

### Resumen

El proceso tradicional de nixtamalización, para su uso conlleva altos requerimientos de agua (2 y hasta 9L/kg de maíz), y origina desechos contaminantes de *Nejayote*, cuyo contenido de materia orgánica es del 6 a 8% del peso del maíz y un pH de 12 derivado de su alto contenido de cal (1-2% del peso del grano). Una alternativa es la tecnología de la nixtamalización seca. Este proceso consiste en emplear el agua mínima necesaria para hacer la reacción de nixtamalización y obtener productos en pocos minutos. El objetivo de este trabajo fue elaborar harinas, masas y tortillas integrales con nixtamalización seca y comparar sus ventajas de calidad y nutricionales con las tortillas de nixtamal, y harinas comerciales. Se elaboraron harinas integrales con maíz molido, agua a 85°C durante 45 min y secado Flash a 280°C por 4s. Con las harinas integrales se elaboraron masas que absorbieron menos agua debido a la mayor cantidad de fibra presente en las mismas, pero su reología estuvo muy aceptable para la elaboración de tortillas. Las masas presentaron 2900cP de viscosidad pico y 3100cP final en RVA, 9.4N de dureza y 0.37N.s de cohesividad y 3.5N.s en adhesividad estos parámetros fueron apropiadas para elaborar tortillas en máquinas de rodillos o de cuchillas sin problemas de troquelado. La humedad en tortilla fresca fue de 41.2%; por arriba del límite aceptable y la textura de 15.6 N, y 2.3 N para corte y tensión respectivamente. Estos valores de textura son muy cercanos a los productos de la nixtamalización tradicional, además, los valores sensoriales de sabor, aroma, color (L=84) fueron muy aceptables debido a que se conservan las propiedades funcionales del grano, aumentando el valor nutrimental de los productos de la nixtamalización seca. Análisis proximales y otros datos complementarios serán presentados con más detalles en la presentación.

**Palabras clave:** Nixtamalización seca; Tortilla integral, alimentos funcionales, fibra; masas.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Tecnologías alternativas

## Effect of stored maize grains in open and airtight systems with boldo (*Peumus boldus*) and epazote (*Dysphania ambrosioides*) on masa texture

Valderrama-Bravo, M.C.<sup>1\*</sup>, Jiménez-Ambríz, S.<sup>2</sup> Sánchez-Hernández, G.<sup>2</sup>, Pérez-Reyes, C.<sup>2</sup>, Quezada-Viay, M. Y.<sup>2</sup>, Moreno-Lara, J.<sup>2</sup>, Navarrete-Maya, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Unidad de Investigación en Granos y Semillas, Cuautitlán Izcalli.

<sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Departamento de Ingeniería y Tecnología y Matemáticas. [carmenvalde@yahoo.com.mx](mailto:carmenvalde@yahoo.com.mx)

### Resumen:

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most used grains for Mexican alimentation; however, storage conditions are very important in quality of its products. In this research we evaluated textural and rheological changes of masa obtained from maize grains with two moisture content (MC) (12.5% and 15.5%) and stored in two systems (open and airtight) with boldo and epazote vegetal powders (VP) during 8, 16, 24 and 32 days. Maize grains were prepared by cooking a solution of calcium hydroxide. Samples were boiled at 90°C for 40-45 min and steeped for 12h, grinding and dry. Texture profile analysis (TPA) was measured to a 33% compression in two cycles, then hardness, cohesiveness, adhesiveness, and elasticity were evaluated. Hardness and cohesiveness showed significant difference ( $p < 0.05$ ) for VP, MC and storage. Variations of hardness in masa from airtightly stored maize at 12.5% MC were lower (22-36 N) than at 15.5% MC (15-47 N). The highest hardness was obtained in day 24 at 15.5% MC for masa without powder (44N) and boldo (47N). The lowest cohesiveness was for masa of 8 days in open storage with 15.5% MC without VP (0.19) and epazote (0.18). However, for day 32 cohesiveness increased 40% in masa without VP and 50% for epazote. Adhesiveness presented significant difference ( $p < 0.05$ ) for open and airtight storage. The highest adhesiveness (1.8-2.2 mJ) was for masa from airtight storage at 12.5% MC without VP, epazote and boldo. Otherwise, the lowest adhesiveness was for masa of 24 days. Elasticity did not present significant difference for day 16, but in day 32 increase about 200% for masas from open system without VP. In day 24 of open storage at 12.5% MC with epazote, masas showed lower hardness and adhesiveness, and higher cohesiveness without effect for elasticity. Time storage improved masa texture.

**Palabras clave:** Masa, Storage, Vegetal powders, Texture

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Nixtamalización tradicional



## POSTERS

Miércoles 23 de Octubre

Hora: 14-16 hs

Cebtro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada.

**MI-101- Diseño e implementación de un reómetro.** Por: *A. Gutiérrez-Rodríguez, J. Pérez-Ospina & C. Rojas-Beltrán.*

**MI-102- Desarrollo y caracterización de una botana extruida a base de sorgo (*Sorghum bicolor l. moench*) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*).** Por: *N. Rodríguez-Castillo, A. Manzo-Campos, M. Gaytán-Martínez, A.K. Ramírez-Jimenez & E. Morales-Sánchez.*

**MI-103- Efecto del proceso de nixtamalización por infrarrojo sobre el contenido de aflatoxinas en las tortillas de maíz: una evaluación citotóxica.** Por: *Zavala-Franco, G. Arámbula-Villa, P. Ramírez-Noguera, J.D. Figueroa-Cárdenas, F. Pérez-Robles, G. Luna-Bárceñas & A. Méndez-Albores.*

**MI-104- Caracterización de una cepa tropical de *Aspergillus awamori* con potencial degradador de biomasa lignocelulósica.** Por: *C.A. Canul-Berzunza & M.N. Sánchez-González.*

**MI-105- Aflatoxins in corn flours, masa, and cornstarch.** Por: *J. Moreno-Lara, M.C. Valderrama-Bravo, A. Mondragón-Hernández & M.Y. Quezada-Viay.*

**MI-106- Relación entre las propiedades físicas y térmicas del sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*).** Por: *F.G. Castro-Campos, M. Gaytán-Martínez, M. E. Rogríguez-García, R. Campos-Vega, M. G. F. Loarca-Piña & M. A. Ramos-López.*

**MI-107- Preferencia de maíces utilizados en la elaboración de totopos del Istmo, Oaxaca.** Por: *R. M. Gonzalez-Amaro & Z. J. Hernández Estrada.*

**MI-108- Desarrollo e implementación de una estufa ecológica ahorradora de leña.** Por: *Neín Farrera Vázquez, Joel Moreira Acosta, Osbaldo García Ramos, Aldo Aguilar Castillejos, Johana de Cruz Ascencio & Oscar Martínez Aguirre.*

**MI-109-Evaluación de la digestibilidad de proteínas de tamales elaborados con harina de maíz azul nixtamalizada y frijól negro (*Phaseolus vulgaris L.*)**



**extrudido. Por:** *Nydia E. Buitimea-Cantúa, Sergio O. Serna-Saldívar, Génesis V. Buitimea-Cantúa, & Esther Pérez-Carrillo.*

**MI-110-Proceso de separación de filtración de nejayote en celda piloto. Por:** *L.F. Alvarez Omaña, J.A. Bautista Hernández, R.A. Contreras Paredes, M. Osorio Martinez, E. Picazo Bahena, I. Rodriguez Rodriguez, J. Solis Garfias, E. Gutiérrez-Cortez.*

**MI-112-Effect of Nixtamalization on Physicochemical and Functional Properties on Popcorn Flakes. Por:** *R. A. Aragón Romero, J. D. Figueroa Cárdenas, J. F. Pérez Robles, & J. J. Véles Medina.*

**MI-113- Efecto del calentamiento óhmico en las propiedades fisicoquímicas de harinas nixtamalizadas. Por:** *Rangel Hernández J, Gaytán-Martínez M, Morales-Sanchez E, Figueroa-Cárdenas J.D.C & Reyes-Vega M.L.*

**MI-114- Desarrollo y caracterización de una botana extruida a base de sorgo (*Sorghum Bicolor l. Moench*) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Por:** *N. Rodriguez-Castillo, A. Manzo-Campos, M. Gaytán-Martínez, A.K. Ramírez-Jimenez & E. Morales-Sánchez.*

**MI-115- Effect of extrusion conditions on anthocyanin content, functional, and pasting properties to obtain nixtamalized blue corn flour (*Zea mays L.*), and process optimization using response surface methodology. Por:** *M. Menchaca-Armenta, B. Ramírez-Wong, P. I. Torres-Chávez, A. Quintero-Ramos, A. I. Ledesma-Osuna, O. N. Campas-Baypoli, R. Gutiérrez-Dorado & I. Morales-Rosas.*

**MI-116-Effect of extrusion conditions on anthocyanin content, functional, and pasting properties to obtain nixtamalized blue corn flour (*Zea mays L.*), and process optimization using response surface methodology. Por:** *M. Menchaca-Armenta, B. Ramírez-Wong, P. I. Torres-Chávez, A. Quintero-Ramos, A. I. Ledesma-Osuna<sup>1</sup>, O. N. Campas-Baypoli, R. Gutiérrez-Dorado & I. Morales-Rosas.*

**MI-117- Elaboración de botana a base de maíz y amaranto. Por:** *M.J. Cano-Román, J. De Sales-García, A. Hernández-Martínez, P. G. Mancilla-Ángeles, M. G. Mares-Villa, L. Pérez-Flores, M. Z. Solano-Flores, F. Suárez-Hernández, J. Solís-Garfias & E. Gutiérrez-Cortéz.*



**MI-118- Propiedades reológicas y texturales de tortillas de harina nixtamalizada adicionada con diferentes proporciones de harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*, Acrididae). Por: Contreras-Jiménez B, Núñez D, Martínez R, García-Mier L, Curiel F, Rodríguez-García M. E.**

**MI-119- Proceso de separación de sólidos de nejayote por lecho empacado. Ferman Alonso Diego, Gonzáles Loyola Daniela, Medero Ceja Lidia Talina, Méndez García Monserrat, Parra Sánchez Zaira Nataly, Vázquez Reyes Lorena Guadalupe, Vicente García Luis David, Elsa Gutiérrez-Cortez.**

**MI-120- Changes in cellular antioxidant and anti-inflammatory activity after 12 months storage of roasted maize-based beverages supplemented with nejayote solids**

## **Diseño e implementación de un reómetro**

**A. Gutiérrez-Rodríguez<sup>1</sup>, J. Pérez-Ospina<sup>2\*</sup> & C. Rojas-Beltrán<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Física, UMNG, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Pregrado en Ingeniería Mecatrónica, Facultad de Ingeniería, UMNG, Bogotá, Colombia.

\*u1802649@unimilitar.edu.co

### **Resumen/ Abstract**

La caracterización de materiales toma un papel importante dentro del desarrollo de diferentes experimentos. En el caso particular del almidón el estudio de la gelatinización permite la comprensión de propiedades físicas derivadas del cambio en su estructura cristalina, de alta relevancia para su experimentación y caracterización. Para realizar este tipo de mediciones existen diferentes técnicas, en este caso se plantea la solución mediante la reometría, ya que mediante esta y algunos arreglos matemáticos es posible asociar variables de medición, como por ejemplo la viscosidad máxima y el tiempo en que ocurre, a medidas como la capacidad de absorción del agua. Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente, se plantea la implementación de un reómetro, que sea capaz de cumplir con las dos funciones básicas como lo son un control de temperatura y, un control de velocidad para poder mantener una agitación constante mientras se mide el esfuerzo del motor, y realizar un barrido de temperaturas en la muestra.

**Palabras clave/ Key words:** Almidón, Control, Implementación, Medición, Propiedades.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Almidón/ Starch

}

## Desarrollo y caracterización de una botana extruida a base de sorgo (*sorghum bicolor l. moench*) y amaranto (*amaranthus hypochondriacus*)”

N. Rodríguez-Castillo<sup>1</sup>, A. Manzo-Campos<sup>1</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>2,\*</sup>, AK. Ramírez-Jiménez<sup>3</sup>, E. Morales-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ingeniería Química en Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ, Querétaro, México.

<sup>2</sup> Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC), Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ, Querétaro, México

<sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional, CICATA-IPN Unidad Querétaro, Cerro Blanco No. 141, Col. Colinas del Cimatarío, Santiago de Querétaro, Querétaro, C.P. 76090, México

\*marcelagaytanm@yahoo.com.mx

### Resumen

El ritmo acelerado de vida ha provocado cambios en la frecuencia y tipo de alimentación en las personas, lo que ha promovido que las botanas pasen de ser un aperitivo a una la comida principal, aún cuando no se consideren nutritivas. México es el segundo país en prevalencia de obesidad, estado que propicia el desarrollo de enfermedades crónicas no contagiosas, principal causas de muerte en nuestro país. Es por todo lo anterior, que es necesario el desarrollo de nuevos productos que representen opciones más saludables y sensorialmente atractivas para el consumidor a través del uso de tecnologías emergentes. El sorgo (S) y el amaranto (Am) son dos cereales caracterizados por su alto contenido de proteína y compuestos con potencial funcional. En el presente trabajo se desarrolló una botana extruida a base de S y Am, mediante diseños factoriales en donde se evaluó el porcentaje de humedad, emulsificante, proporciones de materia prima, y temperatura del extrusor entre otros. La variable respuesta fue la dureza de la botana extruida y horneada. La botanas con menores valores de dureza fueron las procesadas a una velocidad de tornillo; 20 rpm, temperatura de extrusor; 110°C, proporción; 60% S y 40% Am y tiempo de horneado de 15, 17 y 20 minutos. Estas tres botanas fueron evaluadas en una prueba sensorial afectiva en una escala hedónica de 9 puntos, obteniendo una mayor aceptación la botana horneada durante 20 minutos. En cuanto a la caracterización de la botana presentó: humedad; 2.45±0.07%, proteínas; 13.81±0.29%, lípido 2.79±0.06%, cenizas; 5.55±0.11%, carbohidratos; 75.39±0.39% de los cuales 2.24±0.15% es fibra soluble y 17.30±0.72% fibra insoluble. Por lo que la botana extruida de segunda generación a base de sorgo y amaranto aceptada por el consumidor puede ser una alternativa baja en grasa y con mayor contenido de proteína para los consumidores.

**Palabras clave/ Key words:** Sorgo, Amaranto, Botana, Extrusión

**Modalidad/Modality:** Cartel

**Tópico/ Topic:** Tecnologías Alternativas/ Alternative Technologies, Nixtamalización tradicional/ Traditional.

## Efecto del proceso de nixtamalización por infrarrojo sobre el contenido de aflatoxinas en las tortillas de maíz: una evaluación citotóxica

A. Zavala-Franco<sup>1,\*</sup>, G. Arámbula-Villa<sup>1</sup>, P. Ramírez-Noguera<sup>2</sup>, J.D. Figueroa-Cárdenas<sup>1</sup>,  
F. Pérez-Robles<sup>1</sup>, G. Luna-Bárceñas<sup>1</sup> & A. Méndez-Albores<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Querétaro, México.

<sup>2</sup>Unidad de Investigación Multidisciplinaria L9, Toxicología y Genética, UNAM-FESC, México.

<sup>3</sup>Unidad de Investigación Multidisciplinaria L14, Alimentos, micotoxinas y micotoxicosis, UNAM-FESC, México.

\*anai.zavala@cinvestav.mx

### Resumen

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por los hongos *A. flavus*, *A. parasiticus* y *A. niger* principalmente, con propiedades citotóxicas, carcinógenas, teratógenas e inmunosupresoras, por lo que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) las clasificó en el Grupo 1 como un agente carcinógeno humano. Debido a que estas toxinas se encuentran en diversos alimentos, como en el maíz, se ha propuesto al proceso de nixtamalización como un método de detoxificación de éstas. Una tecnología reciente de este proceso es la nixtamalización infrarroja (PNIR), que mejora las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la tortilla. Aunque existen estudios de la disminución de aflatoxinas en las tortillas usando este proceso, aún no se conoce la capacidad toxigénica de los compuestos remanentes, por lo que en esta investigación se evaluó la capacidad citotóxica de los extractos provenientes de las tortillas del PNIR, mediante el ensayo del bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazolio (MTT) para conocer la viabilidad celular, la concentración de malondialdehído (MDA) como evidencia de estrés oxidativo y la modulación de glutatión reducido (GSH). Además, se identificó a los compuestos presentes en los extractos del maíz y de las tortillas obtenidas con el PNIR mediante UPLC. Adicionalmente, se sintetizaron aductos AFB<sub>1</sub>-Lys (marcador biológico) con los extractos de maíz y de tortilla. Se logró disminuir a las aflatoxinas de las tortillas hasta en un 93% con el PNIR, y las toxinas remanentes mostraron baja citotoxicidad en todas las pruebas realizadas, así como una inexistente capacidad de formación de aductos. Se concluye que las tortillas del PNIR son seguras para consumo humano, siendo este proceso de nixtamalización un buen método de detoxificación de aflatoxinas.

**Palabras clave :** Micotoxinas, detoxificación, maíz

**Modalidad:** Oral

**Tópico :** Aspectos biológicos

## Caracterización de una cepa tropical de *Aspergillus awamori* con potencial degradador de biomasa lignocelulósica

C.A. Canul-Berzunza<sup>1\*</sup> & M.N. Sánchez-González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería en Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, UADY, Yucatán, México.

\*carlosacb12@gmail.com

### Resumen

El aprovechamiento de residuos agroindustriales es sin duda una de las prioridades de las ciencias verdes actualmente. El pericarpio de maíz es la película lignocelulósica que rodea la semilla del maíz, representa al rededor del 5% del peso seco del grano y está compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa. En México cerca de 12 millones de toneladas de maíz se destinan al consumo humano comercial (industria harinera y de masa de nixtamal, principalmente). Durante el proceso de nixtamalización el pericarpio es separado del grano y pasa a ser un residuo que se destina principalmente como alimento de ganado. En el presente proyecto se aprovechó la capacidad de una cepa tropical de *Aspergillus awamori* aislada directamente del residuo para degradar biomasa compuesta principalmente de hemicelulosa. Datos cinéticos indican que a las 28 horas de cultivo existe una alta acumulación de azúcares reductores en el medio de cultivo, los suficientes para que el proceso puede ser usado como un pretratamiento para la sacarificación del medio de cultivo, lo que hace del proceso un posible pretratamiento para el aprovechamiento del residuo. La cantidad de azúcares es suficiente para obtener un rendimiento alto de azúcares reductores por gramo de pericarpio de maíz, lo que representa una buena alternativa para el aprovechamiento de este residuo.

**Palabras clave:** Pericarpio de Maíz Nixtamalizado; Xilanas; Hemicelulosa

**Modalidad:** Cartel.

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## Aflatoxins in corn flours, masa, and cornstarch

**J. Moreno-Lara<sup>1</sup>, M.C. Valderrama-Bravo<sup>2</sup>, A. Mondragón-Hernández<sup>3</sup> & M.Y. Quezada-Viay<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Unidad de Investigación en Granos y Semillas, FES-Cuautitlán, UNAM, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Departamento de Ingeniería y Tecnología y Matemáticas.

<sup>3</sup>Ingeniería en Alimentos, FES-Cuautitlán, UNAM, Estado de México, México.

\*aimee.hernan@gmail.com

### Abstract

Corn is susceptible to contamination with *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* in the field or in the warehouse. There are strains of both species of fungi with the ability to produce the most potent carcinogenic biological molecule known in nature: aflatoxin B1. Mexican regulations regulate the safety of corn grains with which flour, tortillas and other derived products are made. Hence the importance of regulating the maximum tolerable limits on cereal products, which in the case of cornmeal, corresponds to 20 ppb aflatoxins. The objective of the work was to evaluate the safety in terms of contamination with aflatoxins, of the flour, dough and corn starch marketed in Cuautitlan Izcalli, State of Mexico. Branches of three supermarket chains and 9 tortillerias were sampled. Thirty products were obtained from starches, white, blue and yellow cornmeal, to make tortillas, tamales and snacks, from different non-deciduous batches, of the main commercial brands and 9 mass samples from different tortillerias. The analyzes were performed in the UNIGRAS Mycotoxin laboratory following the method with monoclonal antibody columns of VICAM, approved by the AOAC. The method is based on the extraction of aflatoxins with monoclonal antibody columns and their subsequent quantification by fluorometry. The results show that 37% of the 30 products analyzed were contaminated with aflatoxins and these fluctuated between 0.3 and 11 ppb. The presence of aflatoxins was not found in the corn doughs. It was concluded that the cornmeal, dough and corn starch evaluated in this study are within the tolerance limits established by NOM-247-SSA1-2008.

**Key words:** aflatoxins, corn flours, dough, cornstarch.

**Modality:** Poster

**Topic:** Nutrition (Toxicology)

## Relacion entre las propiedades físicas y termicas del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

F.G. Castro-Campos<sup>1,\*</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>2</sup>, M. E. Rogríguez-García<sup>3</sup>, R. Campos-Vega<sup>2</sup>, M. G. F. Loarca-Piña<sup>2</sup> & M. A. Ramos-López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>2</sup>Departamento de Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>3</sup>Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM, Querétaro, México

\*fer.castro207@gmail.com

### Resumen

Las propiedades físicas de los cereales están relacionadas con parámetros de calidad que definen el uso final. Las características físicas del grano de sorgo (*Sorghum spp*), como la microestructura del grano, afecta las propiedades térmicas y la viscosidad del grano. Por ello, se tuvo como objetivo evaluar las propiedades físicas, térmicas y viscosidad de 8 variedades de sorgo (*Sorghum spp*) y establecer una correlación entre estas. Para ello, se realizó una caracterización fisicoquímica, evaluación de microestructura (SEM), análisis térmico (mediante DSC) y el perfil de viscosidad para cada variedad. Se obtuvo que el tamaño del gránulo de almidón está correlacionado con el contenido de carbohidratos, proteína y dureza del grano. La viscosidad y propiedades térmicas mostraron una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) con la dureza del grano y una relación con la microestructura de los gránulos de almidón en el endospermo. Los gránulos más compactos presentaron menor viscosidad, como resultado de la restricción física para la absorción de agua y la lixiviación de las cadenas de amilosa y amilopectina, generando una mayor resistencia a fluir. Las variedades Paloma y 8133, que presentaron menor dureza, requirieron menor energía para la gelatinación. La deformación del gránulo, resultado de un tratamiento térmico provoca la pérdida de las zonas cristalinas, lo que también está relacionado con el acomodo de los gránulos de almidón, ya que, al suministrar energía térmica en un medio acuoso, el espacio limitado restringe la vibración de las moléculas de almidón y el rompimiento de sus puentes de hidrógeno, y es necesaria mayor energía para lograr una transición cristalina. De manera que, la medición del tamaño y la dureza del grano de sorgo permitiría establecer el uso final del grano, ya que dichos parámetros pueden ser un indicador del contenido de almidón, la viscosidad y la resistencia térmica del grano de sorgo.

**Palabras clave/ Key words:** Sorgo (*Sorghum spp*), propiedades térmicas, fisicoquímica

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Otros cereales / Other cereals

## Preferencia de maíces utilizados en la elaboración de totopos del Istmo, Oaxaca

*R. M. Gonzalez-Amaro<sup>1</sup> y Z. J. Hernández Estrada<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Red Ambiente y Sustentabilidad del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México.

\*rosa.gonzalez@inecol.mx

### Resumen

Una idea generalizada es que las variedades de maíces nativos son particularmente inmejorables para la elaboración de algunos platillos especiales, y este factor afecta la conservación de su diversidad. Entre los ejemplos comunes de esta idea están los totopos (“tortilla tostada”) del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Con base en entrevistas previas, en que los pobladores locales señalan que el maíz nativo Zapalote Chico es el mejor para elaborar totopo, en este trabajo se analizaron las preferencias de consumo de totopos elaborados con 4 diferentes maíces: Zapalote chico maíz nativo, Sinaloa el comercial local, Bolita de caracteres contrastantes al nativo y el Híbrido 377 variante disponible en la zona. En un panel de 80 consumidores locales de San Blas Atempa, a través de pruebas sensoriales discriminativas y de aceptabilidad que miden respuestas humanas a productos o ingredientes para conocer las preferencias del consumidor y las características asociadas al alimento. En pruebas discriminativas el 48% distingue diferencia entre los maíces y no es significativo, por lo tanto, la percepción de distinción de sus alimentos hechos con el maíz propio, es cuestionable. Por otra parte, la evaluación por tipo de maíz de forma individual, el maíz contrastante supera al nativo. Se concluye que no hay una tendencia clara de la preferencia de una variante, sin embargo, los maíces nativos no son los mejores. Es posible que la preferencia por maíces nativos sea afecto por lo propio, más que cualidades sensoriales objetivas. Esta preferencia colectiva motiva la siembra de Zapalote Chico y contribuye a su conservación.

**Palabras clave:** Preferencias, Consumo, Totopo, Zapalote Chico y Diversidad.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico:** Aspectos biológicos.

## Desarrollo e implementación de una estufa ecológica ahorradora de leña

*Neín Farrera Vázquez<sup>1,2</sup>, Joel Moreira Acosta<sup>1,2</sup>, Osbaldo García Ramos<sup>1</sup>, Aldo Aguilar Castillejos<sup>1</sup>, Johana de Cruz Ascencio<sup>2</sup>, Oscar Martínez Aguirre<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup> CIIDETEC UVM / Universidad del Valle de México. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

<sup>2</sup>Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables/Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas, México.  
nein.farrera68@hotmail.com

### Resumen

En Chiapas la mitad de la población cocina con leña, lo cual lleva graves consecuencias a la salud y el medio ambiente. Esto, debido a que se utilizan fogones abiertos para la cocción de alimentos, entre los que destacan la nixtamalización del maíz para la elaboración de tortillas, las cuáles a su vez son el principal alimento de las comunidades rurales.

Motivados en resolver el problema descrito, se diseñó una estufa ecológica que ahorra entre el 60 y 70% de gasto de leña y elimina por completo la generación del humo de cocina. Además, tiene la ventaja de mantener la temperatura en el comal arriba de los 400°C y después de la última carga de combustible puede mantener la temperatura por encima de los 100°C por más de 3 h. Esta estufa se ha implementado ya en 20 municipios de Chiapas en los últimos 8 años con gran aceptación.

En el trabajo se muestran resultados de evaluaciones de campo utilizando protocolos internacionales.

**Palabras clave:** Estufa ecológica, bajo costo

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico:** Tecnologías alternativas

## Evaluación de la digestibilidad de proteínas de tamales elaborados con harina de maíz azul nixtamalizada y frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) extrudido

Nydia E. Buitimea-Cantúa<sup>1,\*</sup>, Sergio O. Serna-Saldívar<sup>1</sup>, Génesis V. Buitimea-Cantúa<sup>1</sup>, & Esther Perez-Carrillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología-FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Campus Monterrey.  
Av. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., C.P. 64849, México

\*nebc@tec.mx

### Resumen/ Abstract

El objetivo de este estudio fue evaluar la digestibilidad de las proteínas de tamales elaborados de harina de maíz azul nixtamalizada y frijol negro obtenido por un proceso de extrusión. Se evaluaron los efectos de la adición de (0, 15 y 30%) de frijol negro extrudido (FNE) a la harina de maíz azul nixtamalizada y tamal sobre el contenido de proteína, parámetros de color, perfiles de viscosidad (RVA), digestibilidad *in vitro* de la proteína, firmeza y evaluación sensorial. La adición de 30% de frijol negro extrudido aumentó en las masas 2.3 veces la cohesión y 1.02 veces la adhesión, respecto a la masa control. Un incremento del 30% de frijol extrudido produjo una disminución en los valores de los perfiles de viscosidad. El tamal elaborado con frijol negro al 30% exhibió un mayor contenido de proteína (8.4%) y digestibilidad de proteína (91.52%) con respecto al tamal elaborado con harina de maíz azul nixtamalizada (86.29%). La firmeza de los tamales (30% FNE) fue 2.01 veces menor que los tamales control. Los tamales preparados con 30% de harina de FNE presentaron atributos de sabor y aceptabilidad general similares a los tamales de maíz azul (control). Los tamales elaborados con 30% de FNE presentaron mejor textura y digestibilidad de proteínas. El FNE puede utilizarse como una alternativa para incrementar la digestibilidad de la proteína en alimentos a base de cereales.

**Palabras clave/ Key words:** Digestibilidad de proteína, Proceso de extrusión, Maíz azul, Nixtamalización, Tamales.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Physical chemistry, Nixtamalización tradicional

## Proceso de separación de filtración de nejayote en celda piloto

*L.F. Alvarez Omaña<sup>1\*</sup>, J.A. Bautista Hernández<sup>1</sup>, R.A. Contreras Paredes<sup>1</sup>, M. Osorio Martínez<sup>1</sup>, E. Picazo Bahena<sup>1</sup> I. Rodriguez Rodriguez<sup>1</sup>, J. Solis Garfias<sup>1</sup>, E. Gutiérrez-Cortez<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de ingeniería y tecnología. FES-Cuautitlán Laboratorio Experimental multidisciplinario II Alimentos- Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México-

\*[fee981101f@gmail.com](mailto:fee981101f@gmail.com)

### Resumen

La operación unitaria conocida como filtración es uno de los procesos de separación mecánico más importantes, donde la separación del líquido del sólido de la suspensión se produce a través de una membrana porosa. En estos procesos debe utilizarse la misma suspensión a escalas piloto o prototipo. Durante la nixtamalización, el maíz es cocido en una solución saturada de hidróxido de calcio. Posteriormente, se suspende el calentamiento y los granos permanecen en remojo en el mismo líquido conocido como nejayote por algunas horas en un intervalo de 3-12 horas, esta etapa se conoce como reposo de nixtamal. El nejayote es un agua residual muy contaminada, subproducto del proceso de nixtamalización. En este trabajo se realizaron pruebas de filtrabilidad para precapa y dosificación. Las condiciones de filtrado que se evaluaron fueron el uso de ayuda filtro en distintas aplicaciones en precapa y dosificación en una celda de filtración y la caída de presión. La precapa seleccionada con criterios de turbidez y velocidad fue de 2/16 de pulgada. La dosificación se seleccionó de acuerdo a la velocidad del filtrado y correspondido a una relación 1: 0.5. Adicionalmente se evaluaron diferentes presiones para obtener a la resistencia específica de la torta y del medio filtrante. Así como la compresibilidad de la torta. La celda de filtración se ha diseñado para hacer pruebas a escala piloto y estas pruebas están encaminada a extrapolar datos y/o a realizar escalamientos a escala industrial. La celda está diseñada guardando relaciones con un filtro prensa. De manera que estos resultados son obtenidos experimentalmente con una suspensión real, no con un modelo. Los resultados que presentaron una velocidad más alta y una menor compresibilidad de la torta fueron utilizados para la extrapolación.

**Palabras clave/ Keywords:** Filtración, Nejayote, Procesos de separación.

**Modalidad/Modality:** Cartel

**Tópico/ Topic:** Industrial

## Diseño e implementación de un reómetro

*A. Gutiérrez-Rodríguez<sup>1</sup>, J. Pérez-Ospina<sup>2\*</sup> & C. Rojas-Beltrán<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Física, UMNG, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Pregrado en Ingeniería Mecatrónica, Facultad de ingeniería, UMNG, Bogotá, Colombia.

\*u1802649@unimilitar.edu.co

### Resumen

La caracterización de materiales toma un papel importante dentro del desarrollo de diferentes experimentos. En el caso particular del almidón el estudio de la gelatinización permite la comprensión de propiedades físicas derivadas del cambio en su estructura cristalina, de alta relevancia para su experimentación y caracterización. Para realizar este tipo de mediciones existen diferentes técnicas, en este caso se plantea la solución mediante la reometría, ya que mediante esta y algunos arreglos matemáticos es posible asociar variables de medición, como por ejemplo la viscosidad máxima y el tiempo en que ocurre, a medidas como la capacidad de absorción del agua. Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente, se plantea la implementación de un reómetro, que sea capaz de cumplir con las dos funciones básicas como lo son un control de temperatura y, un control de velocidad para poder mantener una agitación constante mientras se mide el esfuerzo del motor, y realizar un barrido de temperaturas en la muestra.

**Palabras clave:** Almidón, Control, Implementación, Medición, Propiedades.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Almidón/ Tecnologías Alternativas/ Propiedades fisicoquímicas

## **Effect of Nixtamalization on Physicochemical and Functional Properties on Popcorn Flakes**

**R. A. Aragón Romero<sup>1,\*</sup>, J. D. Figueroa Cárdenas<sup>1</sup> J. F. Pérez Robles<sup>1</sup>, & J. J. Véles Medina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Querétaro, México.

\*ruth.aar@hotmail.com

### **Abstract**

Popping is an ancient procedure to process maize, dated 7200 years old. Today, popcorn flakes are not only the oldest but the most popular worldwide snack food with consumption increasing over time. Although popcorn quality was never related to the functional food concept, the interest in functional foods had a growth because of health issues, especially problems of obesity in children due to the high consumption of junk snacks. Since nixtamalization is a method of mineral fortification and processing, this work aimed to study the effect of nixtamalization on the physicochemical and functional properties of popcorn (Pending Patent). Traditional and ecological nixtamalization processes were carried on popcorn kernels, with 1:2 popcorn:1% w/w calcium source solution. The kernels were dried at 80°C for two hours after 16 hours of steep. They went through conditioning to reach 14% moisture and popped after a day. Flakes from CaCl<sub>2</sub> treatment showed an increment of 56% of flake size, they reached 111% the yield of untreated popcorn control, were 50% less hard, and 44% crunchier compared to untreated popcorn. Concluding, flakes from CaCl<sub>2</sub> treatment showed the best performance based on the quality of popped popcorn, the presence of RS5-1 (0.43 J/g) and RS5-2 (0.59 J/g). Even though this was the first attempt to produce functional popcorn without toppings, results endorse that nixtamalization is a great option as a pre-popping treatment because it increases not only physical properties but also its functional properties such as resistant starch, crude fiber and calcium content.

**Key words:** Nixtamalization, Popcorn, Popcorn Quality, Functional Snack.

**Modality:** Oral

**Topic:** Alternative Technologies.

## Efecto del calentamiento óhmico en las propiedades fisicoquímicas de harinas nixtamalizadas

*Rangel Hernández<sup>1,\*</sup>J., Gaytán-Martínez M., Morales-Sanchez E.<sup>2</sup>, Figueroa-Cárdenas J.D.C.<sup>3</sup>, Reyes-Vega M.L.<sup>1</sup>*

<sup>1,\*</sup>Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional. CICATA-IPN Unidad Querétaro, Querétaro, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro, México.

[\\*jorge.rangelh@gmail.com](mailto:jorge.rangelh@gmail.com)

### Resumen

En México, el maíz se consume principalmente en productos derivados de la nixtamalización, el principal, la tortilla. La nixtamalización tradicional se usa para producir harinas instantáneas y tortillas, hoy en día tiene modificaciones para su uso a nivel industrial. El calentamiento óhmico puede ser una tecnología alternativa para la producción de harinas nixtamalizadas. Este consiste en el paso de corriente a través de un material que ofrece cierta resistencia, el cual genera un calentamiento uniforme, amigable con el ambiente ya que no genera efluentes contaminantes, energéticamente eficiente y tiempos cortos de proceso. El objetivo del proyecto fue producir harinas nixtamalizadas por medio de un cocedor óhmico y evaluar el efecto de las condiciones de procesamiento en la calidad nixtamalera y química. Las variables evaluadas fueron: temperatura (85 ó 90°C), voltaje (120 ó 130V) y tiempo después de alcanzar la temperatura (0, 5 ó 10 min). Los resultados de las harinas en propiedades reológicas y térmicas fueron diferentes estadísticamente respecto a los controles; sin embargo, no tuvieron impacto en las propiedades de textura de masa y tortilla ya que fueron similares a los controles, además de presentar mayor rendimiento de masa y tortilla. El color de las tortillas y su rolabilidad fueron similares al control de harina de nixtamal; en tanto que en tensión y corte fue similar al control de harina comercial, sin embargo, las harinas nixtamalizadas por calentamiento óhmico presentaron mayor rendimiento y menor retrogradación respecto a los controles. En la evaluación química el calentamiento óhmico preserva el contenido de proteínas, aminoácidos, además de presentar un mayor contenido de fibra dietética total. Se concluye que el calentamiento óhmico continuo es una tecnología alternativa para la producción de harinas nixtamalizadas instantáneas, con características similares al proceso tradicional.

**Palabras clave:** Harinas de maíz nixtamalizadas, calentamiento óhmico continuo, maíz

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Tecnologías Alternativas

## Desarrollo y caracterización de una botana extruida a base de sorgo (*sorghum bicolor l. moench*) y amaranto (*amaranthus hypochondriacus*)

N. Rodríguez-Castillo<sup>1</sup>, A. Manzo-Campos<sup>1</sup>, M. Gaytán-Martínez<sup>2,\*</sup>, A.K. Ramírez-Jiménez<sup>3</sup>, E. Morales-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ingeniería Química en Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ, Querétaro, México.

<sup>2</sup> Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República (PROPAC), Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ, Querétaro, México

<sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional, CICATA-IPN Unidad Querétaro, Cerro Blanco No. 141, Col. Colinas del Cimatarío, Santiago de Querétaro, Querétaro, C.P. 76090, México

\*marcelagaytanm@yahoo.com.mx

### Resumen

El ritmo acelerado de vida ha provocado cambios en la frecuencia y tipo de alimentación en las personas, lo que ha promovido que las botanas pasen de ser un aperitivo a una comida principal, aún cuando no se consideren nutritivas. México es el segundo país en prevalencia de obesidad, estado que propicia el desarrollo de enfermedades crónicas no contagiosas, principal causas de muerte en nuestro país. Es por todo lo anterior, que es necesario el desarrollo de nuevos productos que representen opciones más saludables y sensorialmente atractivas para el consumidor a través del uso de tecnologías emergentes. El sorgo (S) y el amaranto (Am) son dos cereales caracterizados por su alto contenido de proteína y compuestos con potencial funcional. En el presente trabajo se desarrolló una botana extrudida a base de S y Am, mediante diseños factoriales en donde se evaluó el porcentaje de humedad, emulsificante, proporciones de materia prima, y temperatura del extrusor entre otros. La variable respuesta fue la dureza de la botana extrudida y horneada. La botanas con menores valores de dureza fueron las procesadas a una velocidad de tornillo; 20 rpm, temperatura de extrusor; 110°C, proporción; 60% S y 40% Am y tiempo de horneado de 15, 17 y 20 minutos. Estas tres botanas fueron evaluadas en una prueba sensorial afectiva en una escala hedónica de 9 puntos, obteniendo una mayor aceptación la botana horneada durante 20 minutos. En cuanto a la caracterización de la botana presentó: humedad; 2.45±0.07%, proteínas; 13.81±0.29%, lípido 2.79±0.06%, cenizas; 5.55±0.11%, carbohidratos; 75.39±0.39% de los cuales 2.24±0.15% es fibra soluble y 17.30±0.72% fibra insoluble. Por lo que la botana extruida de segunda generación a base de sorgo y amaranto aceptada por el consumidor puede ser una alternativa baja en grasa y con mayor contenido de proteína para los consumidores.

**Palabras clave:** Sorgo, Amaranto, Botana, Extrusión

**Modalidad:** Cartel

**Tópico:** Otros cereales

## Effect of extrusion conditions on anthocyanin content, functional, and pasting properties to obtain nixtamalized blue corn flour (*Zea mays* L.), and process optimization using response surface methodology

*M. Menchaca-Armenta*<sup>\* 1</sup>, *B. Ramírez-Wong*<sup>1</sup>, *P. I. Torres-Chávez*<sup>1</sup>, *A. Quintero-Ramos*<sup>2</sup>, *A. I. Ledesma-Osuna*<sup>1</sup>, *O. N. Campas-Baypoli*<sup>3</sup>, *R. Gutiérrez-Dorado*<sup>4</sup> & *I. Morales-Rosas*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua–UACH, Chihuahua, Chihuahua, 31125, México.

<sup>3</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, 85000, México.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Químicas-Biológicas, Universidad de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 80019, México.  
*\*marielarmenta@hotmail.es*

### Abstract

The extrusion process conditions causes transformations at micro and macromolecular level, reflecting in rheological, functional and chemical changes. Control of the different factors of the extrusion process will determine the final product quality. The aim of this study was to evaluate the effect of nixtamalization by extrusion conditions on anthocyanin content, functional and pasting properties of blue corn flour and optimize the process to obtain flours with the maximum anthocyanin content and maximum amylographic viscosity. The extrusion process factors used were: feed moisture (FM, 15-30 %), final extruder temperature (T, 70-110 °C) and screw speed (SS, 50-145 rpm). The chemical, functional and amylographic properties evaluated in the extruded nixtamalized corn flours (ENCF,s) were: total anthocyanin content (TA), subjective water absorption content (SWAC) and peak viscosity (PV). Response surface methodology (RSM) was used to evaluate the effects of extrusion process factors on the response variables (TA, SWAC and PV). Analysis of variance (ANOVA) was performed in all data gathered from the different evaluations. The linear term of FM was the factor that had a greater effect on the evaluated parameters, followed by the quadratic terms (FM<sup>2</sup>) and (T<sup>2</sup>), and finally the interaction T\*SS. The optimization was performed using the numerical method of global desirability to predict the best combination regions. The optimal region was found in the following combination of process factors: FM (18.17%), T (92.03 °C) and SS (76.61 rpm). The experimental value for the anthocyanin content in optimized blue corn flour was 226.07 mg/kg (predicted: 227.5 mg/kg) (99.3% model fit) and PV of 1063.9 Cp (predicted: 1082.8 Cp) (98.2% model fit). The results of this study could help develop nixtamalized flours with desirable characteristics to make tortillas using the extrusion process.

**Key words:** Nixtamalization by extrusion, Blue corn, Optimization, Anthocyanin content,

**Modality:** Poster

**Topic:** Alternative Technologies

## Effect of extrusion conditions on anthocyanin content, functional, and pasting properties to obtain nixtamalized blue corn flour (*Zea mays* L.), and process optimization using response surface methodology

*M. Menchaca-Armenta*\*<sup>1</sup>, *B. Ramírez-Wong*<sup>1</sup>, *P. I. Torres-Chávez*<sup>1</sup>, *A. Quintero-Ramos*<sup>2</sup>, *A. I. Ledesma-Osuna*<sup>1</sup>, *O. N. Campas-Baypoli*<sup>3</sup>, *R. Gutiérrez-Dorado*<sup>4</sup> & *I. Morales-Rosas*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua–UACH, Chihuahua, Chihuahua, 31125, México.

<sup>3</sup>Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, 85000, México.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Químicas-Biológicas, Universidad de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 80019, México.  
\*marielarmenta@hotmail.es

### Abstract

The extrusion process conditions causes transformations at micro and macromolecular level, reflecting in rheological, functional and chemical changes. Control of the different factors of the extrusion process will determine the final product quality. The aim of this study was to evaluate the effect of nixtamalization by extrusion conditions on anthocyanin content, functional and pasting properties of blue corn flour and optimize the process to obtain flours with the maximum anthocyanin content and maximum amylographic viscosity. The extrusion process factors used were: feed moisture (FM, 15-30 %), final extruder temperature (T, 70-110 °C) and screw speed (SS, 50-145 rpm). The chemical, functional and amylographic properties evaluated in the extruded nixtamalized corn flours (ENCF,s) were: total anthocyanin content (TA), subjective water absorption content (SWAC) and peak viscosity (PV). Response surface methodology (RSM) was used to evaluate the effects of extrusion process factors on the response variables (TA, SWAC and PV). Analysis of variance (ANOVA) was performed in all data gathered from the different evaluations. The linear term of FM was the factor that had a greater effect on the evaluated parameters, followed by the quadratic terms (FM<sup>2</sup>) and (T<sup>2</sup>), and finally the interaction T\*SS. The optimization was performed using the numerical method of global desirability to predict the best combination regions. The optimal region was found in the following combination of process factors: FM (18.17%), T (92.03 °C) and SS (76.61 rpm). The experimental value for the anthocyanin content in optimized blue corn flour was 226.07 mg/kg (predicted: 227.5 mg/kg) (99.3% model fit) and PV of 1063.9 Cp (predicted: 1082.8 Cp) (98.2% model fit). The results of this study could help develop nixtamalized flours with desirable characteristics to make tortillas using the extrusion process.

**Key words:** Nixtamalization by extrusion, Blue corn, Optimization, Anthocyanin content,

**Modality:** Poster

**Topic:** Alternative Technologies

## Elaboración de botana a base de maíz y amaranto

*M.J. Cano-Román<sup>1,\*</sup>, J. De Sales-García<sup>1</sup>, A. Hernández-Martínez<sup>1</sup>, P. G. Mancilla-Ángeles<sup>1</sup>, M. G. Mares-Villa<sup>1</sup>, L. Pérez-Flores<sup>1</sup>, M. Z. Solano-Flores<sup>1</sup>, F. Suárez-Hernández<sup>1</sup>, J. Solís-Garfías<sup>1</sup> & E. Gutiérrez-Cortéz<sup>1,2</sup>.*

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio Experimental Multidisciplinario II Alimentos- Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México.

\*[mayra.cano1@gmail.com](mailto:mayra.cano1@gmail.com)

### Resumen/ Abstract

El maíz es el principal cereal utilizado en la elaboración de botanas ya que es rico en carbohidratos no digeribles que resultan beneficiosos para nuestra salud. El amaranto contribuye con cantidades considerables de proteínas y aminoácidos de una alta calidad nutricional, por este motivo este pseudocereal es incluido en diversos productos. La extrusión combina diferentes operaciones unitarias como mezclado, amasado y moldeado, consiste en forzar el paso de un material a través de una abertura reducida de un tornillo sin fin para formar una masa semisólida bajo condiciones controladas para forzarlo a pasar por una boquilla de una determinada geometría. Durante el transporte se produce la cocción parcial o total de componentes de la mezcla obteniendo una variedad de texturas, formas y colores a partir del ingrediente inicial. En el presente trabajo se elaboró una botana expandida empleando una mezcla de harina de maíz y amaranto, con el fin de aumentar el contenido nutritivo y mejorar las propiedades funcionales a partir de las características fisicoquímicas del maíz y el amaranto. Para el proceso de elaboración se utilizó un extrusor de laboratorio de mono tornillo marca Didacta ITALIA, variando el número de álabes (9 y 11) y la concentración de harina de maíz (20-80% y 30-70% de maíz y amaranto respectivamente) en función del diseño experimental factorial de 2x2 ; al producto final obtenido se evaluó con pruebas de porosidad, índice de expansión y análisis de dureza, con lo cual se determinó el mejor aprovechamiento de las materias primas y del equipo para un alimento funcional a partir de alimentos originarios de nuestro país. Los resultados nos indican que la formulación 30-70% con el tornillo de 9 álabes, presentó los índices más altos de expansión, dureza, fracturabilidad y porosidad

**Palabras clave/ Key words:** Amaranto, botana, maíz.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Industrial

## **Propiedades reológicas y texturales de tortillas de harina nixtamalizada adicionada con diferentes proporciones de harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*, Acrididae)**

*Contreras-Jiménez, B.<sup>1</sup>, Núñez, D., Martínez, R.<sup>2</sup>, Garcia-Mier, L.<sup>2</sup>, Curiel, F.<sup>2</sup>, Rodríguez-García, M. E<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, Querétaro, C.P. 76230, México

<sup>2</sup>División de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México, Campus Querétaro, Querétaro, C.P. 76230

### **Resumen**

La tortilla es parte importante de la dieta básica de los mexicanos. Además, se ha encontrado que es un buen vector para la introducción de diferentes nutrientes necesarios para la salud humana. Por otro lado, se ha demostrado que algunos insectos poseen una gran cantidad de proteínas biodisponibles que al ser adicionadas a otro alimento pueden potenciar la calidad nutricional de los mismos. El chapulín es un insecto que se ha consumido desde tiempos prehispánicos en México, y que tiene un aporte de proteínas similar a otras fuentes animales, por lo cual puede ser una alternativa viable para el enriquecimiento de alimentos. Por lo tanto, en este trabajo el objetivo fue analizar las características reológicas y texturales, de harinas y tortillas nixtamalizadas adicionadas con harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*). Se utilizaron 3 formulaciones: 2, 6, 10% p/p harina de chapulín mezclada con harina de nixtamal tradicional. Se analizó el perfil de viscosidad (reología), textura en masa (dureza, adhesión), así como la fuerza de tensión y corte en tortilla. Se encontró que la viscosidad de la harina de nixtamal es afectada significativamente ( $P < 0.05$ ) por la concentración de harina de chapulín. En características texturales de tortilla se encontró que la adición de la harina de chapulín a las mismas, mostró diferencias entre las diferentes formulaciones en la fuerza de tensión y corte; produciendo una disminución en las mismas; sin embargo, los resultados presentaron similitudes con reportes previos de tortillas de maíz usando diferentes tratamientos.

**Palabras clave:** Tortilla, Reología, Textura, Chapulín.

**Modalidad:** Poster

**Tópico:** Propiedades fisicoquímicas

## Proceso de separación de sólidos de nejayote por lecho empacado

*Ferman Alonso Diego<sup>1</sup>, Gonzáles Loyola Daniela<sup>1</sup>, Medero Ceja Lidia Talina<sup>1</sup>, Méndez García Monserrat<sup>1</sup>, Parra Sánchez Zaira Nataly<sup>1</sup>, Vázquez Reyes Lorena Guadalupe<sup>1</sup>, Vicente García Luis David, Elsa Gutiérrez-Cortez\*<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Departamento de ingeniería y tecnología, FES-Cuautitlán Laboratorio Experimental multidisciplinario II Alimentos-Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, México.*

*<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, Laboratorio de Procesos de Transformación y Tecnologías Emergentes de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54714, México-*

*[degoferman815@gmail.com](mailto:degoferman815@gmail.com)*

### Resumen

La nixtamalización en México es un proceso obligado que se realiza para procesar maíz y producir tortillas. Produce un volumen muy grande de nejayote. Este es un agua de desecho altamente alcalina, por lo tanto, es considerado un contaminante ambiental, el cual contiene altas concentraciones de sólidos solubles e insolubles. Por esa razón se buscan metodologías de tratamiento de aguas contaminantes de nejayote que estén al alcance de los pequeños procesadores de la masa y la tortilla. El objetivo de este trabajo fue realizar la separación mecánica de filtración de aguas residuales de nejayote en un filtro de lechos empacados. Las variables independientes utilizadas en este trabajo fueron: los arreglos de camas de arena en dos distintas combinaciones arena-tezontle y tezontle-arena-carbón activado, las camas o lechos son capaces de retener los materiales en suspensión. Se utilizaron dos diferentes presiones hidrostáticas; 1681.04 Pa y 3362.03 Pa. En las diferentes corridas experimentales filtradas a distintas condiciones de operación con las cuales se pudieron obtener, la velocidad de filtrado, mediante volúmenes y tiempos durante los experimentos. La eficiencia de separación fue obtenida mediante la turbidez y los sólidos totales de la suspensión y de los filtrados finales. Adicionalmente, se determinó el pH y el color de los filtrados. Así mismo se obtuvo la morfología de los componentes de los filtrados por microscopía electrónica de barrido a bajo vacío y la determinación de calcio por espectrofotometría de absorción atómica. Las mejores condiciones de filtrado correspondieron a las menores presiones hidrostáticas y con carbón activado, en esas corridas experimentales los filtrados tuvieron una menor velocidad, así mismo presentaron una menor turbidez y también una cantidad de sólidos totales, mucho menor en comparación a la filtración sin el uso del carbón activado. El interés de utilizar la filtración por lecho empacado es separar los sólidos de aguas residuales, de nejayote, como una alternativa económica.

**Palabras clave/ Keywords:** Filtración, Nejayote, Procesos de separación.

**Modalidad/Modality:** Cartel

**Tópico/ Topic:** Ingeniería

## Changes in cellular antioxidant and anti-inflammatory activity after 12 months storage of roasted maize-based beverages supplemented with nejayote solids

*Nydia E. Buitimea-Cantúa<sup>1</sup>, Marilena Antunes-Ricardo<sup>1</sup>, Javier Villela-Castrejón<sup>1</sup>, & Janet A. Gutiérrez-Uribe<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup> Tecnológico de Monterrey, Centro de Biotecnología-FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Campus Monterrey. Av. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., C.P. 64849, México.

<sup>2</sup> Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla, Av. Atlixcáyotl 5718, Puebla, Puebla, C.P. 72453, México

\*jagu@tec.mx

### Abstract

The aim of this study was to evaluate changes in color, calcium, bound and free hydroxycinnamic acids content, as well as, the in vitro anti-inflammatory and cellular antioxidant activities of maize-based beverages enriched with nejayote solids that were stored for 12 months at 25°C. Maize-based beverages enriched with nejayote solids (BENS) at different concentrations (3, 6 or 9%, w/w) were formulated. Nejayote solids addition increased the bound and free ferulic, p-coumaric, dehydrodiferulic and dehydro-triferulic acids contents in maize-based beverages. Maize beverage enriched with 9% of nejayote solids exhibited higher calcium content (340.66mg/ 100g), cellular antioxidant activity (59.8%) and nitric oxide inhibition (95.78%) respect to control beverage. Storage time drastically decreased the anti-inflammatory activity of the maize-based beverages enriched with nejayote. This effect was more pronounced in BENS-3% whose anti-inflammatory potential decreased 70% after 12-months of storage. BENS-9% showed the best phytochemicals profile, anti-inflammatory activity, cellular antioxidant activity, and calcium content and was the most stable during storage time. Nejayote can be used as a functional ingredient for the production of maize-based beverages incorporated with nejayote solids rich in calcium, ferulic acid, anti-inflammatory, and antioxidant activity.

**Palabras clave/ Key words:** Anti-inflammatory activity, Beverage, Cellular antioxidant activity, Phenolic acids, Stability.

**Modalidad/Modality:** Poster

**Tópico/ Topic:** Nixtamalización tradicional/Traditional, Aspectos biológicos/Biological aspects



CURSOS POST CONGRESO INTERNACIONAL DE NIXTAMALIZACIÓN 2019					ÓN 2019
HORARIO	Jueves 24 de octubre de 2019		Viernes 25 de octubre de 2019		25 de octubre
14-15	Registro e inscripción		Registro e inscripción		
15-17	<p>Determinación de tamaño de partícula y masa molecular.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinador:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>	<p>Reología de almidón y cereales.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Determinación de tamaño de partícula y masa molecular.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinador:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>
17-17:20	Biocerámicos, (CFATA-UNAM)	Coffee break		Biocerámicos, (CFATA-UNAM)	
17:20-19:11:20	<p>Reología de almidón, harinas, tortillas y cereales.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>	<p>Reología de almidón y cereales. Coffee break</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Determinación de tamaño de partícula y masa molecular.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinador:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>
11:20-13:20	<p>Determinación de tamaño de partícula y masa molecular.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>	<p>Sensorial de Productos</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Determinación de tamaño de partícula y masa molecular.</p> <p><b>Coordinadores:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Laboratorio de Biocerámicos, (CFATA-UNAM).</p>	<p>Evaluación de Productos</p> <p><b>Coordinador:</b> Brenda Lidia Contreras Jiménez (CFATA-UNAM) y Valeria Gómez Murcia (Anton Paar).</p> <p><b>Aula:</b> Por definir (CFATA, UNAM).</p>