

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

—  
HARINAS Y  
ALMIDONES  
DE FUENTES NO  
CONVENCIONALES:  
ELABORACIÓN  
Y USOS

CUADERNO TECNOLÓGICO N° 30

Autora:

**Doctora Elevina Pérez Sira**

Consultora Internacional especialista  
en el tema, previsto en el marco del  
contrato EPTISA, España

Septiembre de 2016



Unión Europea

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL



Unión Europea

Delegación de la Comisión Europea en Argentina  
Ayacucho 1537  
Ciudad de Buenos Aires  
Teléfono (54-11) 4805-3759  
Fax (54-11) 4801-1594



INTI



Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional  
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212  
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490  
Fax (54 11) 4752 5919

[www.ue-inti.gob.ar](http://www.ue-inti.gob.ar)

CONTACTO

Información y Visibilidad: Lic. Gabriela Sánchez  
[gabriela@inti.gob.ar](mailto:gabriela@inti.gob.ar)

—

HARINAS Y  
ALMIDONES  
DE FUENTES NO  
CONVENCIONALES:  
ELABORACIÓN  
Y USOS

CUADERNO TECNOLÓGICO N° 30

Autora:

**Doctora Elevina Pérez Sira**

Consultora Internacional especialista en el tema,  
previsto en el marco del contrato EPTISA, España

Septiembre de 2016



INTI



Unión Europea

## INDICE

<b>ABREVIACIONES Y DEFINICIONES.....</b>	<b>4</b>
<b>1. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>4. DESHIDRATACIÓN O SECADO .....</b>	<b>10</b>
Métodos utilizados en la deshidratación de materias primas de fuentes no tradicionales	
Deshidratación solar	
Deshidratación con aire caliente forzado	
Deshidratación osmótica	
Otros métodos de deshidratación aplicables	
Deshidratación con tambor rotatorio	
Deshidratación por aspersión	
Deshidratación con lecho fluidizado	
<b>5. HARINAS Y ALMIDONES DE FUENTES NO CONVENCIONALES:.....</b>	<b>12</b>
Harina	
Almidón	
Elaboración de harina	
<b>6. ANALISIS DE HARINAS Y ALMIDONES .....</b>	<b>17</b>
Composición proximal	
Propiedades funcionales	
Propiedades nutricionales	
Análisis microbiológicos	
<b>7. EJEMPLO DE USO DE HARINAS DE FUENTES NO CONVENCIONALES .....</b>	<b>21</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Esquema de molienda húmeda para la obtención de almidón nativo y modificados.....	13
Figura 2. Esquema básico de molienda húmeda para la obtención de almidón a nivel piloto .....	14
Figura 3. Proceso de obtención de harina cruda usando un deshidratador con energía eléctrica.....	15
Figura 4. Harinas obtenidas del procesamiento de banano variedad <i>Hartón</i> común y variedad <i>Hartón</i> enano.....	15
Figura 5. Proceso de obtención de harina cocida usando un deshidratador con energía eléctrica .....	16
Tabla 1. Parámetros químicos e indicadores de inocuidad de productos desarrollados con materias primas de fuentes no convencionales.....	21
Tabla 2. Parámetros físicos de productos desarrollados con materias primas de fuentes no convencionales .....	22

## ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

**Almidón:** el almidón, o fécula, que es el elemento de reserva de los vegetales, y la fuente de calorías más importante consumida por el ser humano, es una macromolécula compuesta principalmente de dos polisacáridos, la amilosa y la amilopectina. El almidón es un constituyente imprescindible en la mayoría de los alimentos en los que está presente, desde el punto de vista nutricional y funcional.

**BPA:** Buenas Prácticas Agrícolas

**BPM:** Buenas Prácticas de Manufactura

**Consumidores convencionales:** se define como aquel que tiene un hábito alimentario o dieta con alimentos sanos e inoos, consume o compra productos para su consumo que no requiere de un régimen alimenticio especial.

**Consumidores con regímenes especiales:** son consumidores que padecen enfermedades no transmisibles prevenidas o controladas con la alimentación (diabetes, obesidad, celíacos, entre otros) o que un estado de la vida; edad o estilo de vida (adulto mayor, deportistas) le conduzcan a la necesidad de un régimen especial de dieta.

**Deshidratación:** la deshidratación es la forma más antigua y sana de preservación de los alimentos. Consiste en extraer el agua de los alimentos, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro se ha venido realizando desde tiempos antiguos. En los últimos años las técnicas de deshidratación se han optimizado, trayendo mejoras en la calidad e inocuidad de los productos deshidratados.

**Hábito alimentario,** también conocido como régimen alimentario o a veces como dieta: es el conjunto de sustancias alimentarias que se ingieren formando hábitos o comportamientos nutricionales de los seres humanos y forma parte de su estilo de vida.

**Harina:** se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz, de arroz. Existen harinas de leguminosas, raíces y tubérculos e incluso harinas a partir de semillas de varias especies de acacias. El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

**Harinas compuestas:** constituyen una mezcla elaborada para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas y galletas a base de productos de origen vegetal distinto del trigo. Se distinguen dos tipos: la de trigo diluido que es una mezcla de harina de trigo con otras harinas hasta en 40%. La harina compuesta que no contiene trigo y se prepara mezclando cereales, plantas leguminosas y oleaginosas y otros productos, que se usa para preparar alimentos de alto valor nutritivo (Dendy, 1992; Elías 1996).

**Inocuidad:** la inocuidad se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión (alimentos y medicinas) a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor; el concepto es más aplicable a los alimentos; conociéndose como inocuidad alimentaria. También aplica para la fabricación de medicamentos ingeribles que requieren medidas más extremas de inocuidad (Organización Internacional ISO, 2005).

## 1. PRESENTACIÓN

La Unión Europea y el INTI firmaron un convenio de financiación destinado a mejorar la competitividad de las miPyMEs del norte argentino acercando respuestas tecnológicas apropiadas al nuevo entorno productivo industrial. Los responsables de la ejecución del Proyecto “Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local” son el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en representación del gobierno nacional, y la Delegación de la Unión Europea en Argentina.

Durante más de medio siglo, el INTI ha construido capacidades profesionales e infraestructura tecnológica de relevancia que lo posicionan hoy como actor importante para aportar innovación tecnológica aplicada a los procesos productivos de toda la economía y para el desarrollo de soluciones industriales que incrementen la productividad y la competitividad de la industria nacional.

Con la ejecución de este proyecto se buscó acercar la tecnología y las capacidades técnicas a las regiones de menor desarrollo relativo del país, poniendo a disposición de las miPyMEs y Pymes los medios para satisfacer las demandas de mejora de eficiencia y calidad de sus productos y/o servicios para dar un salto cualitativo en cada una de las provincias del NOA y NEA.

Por tanto, a través de un diagnóstico y evaluación de necesidades tecnológicas hecho en articulación con los gobiernos provinciales, se diseñó un plan de acción sectorial que se implementó hasta el 2015, en cinco sectores industriales determinados como prioritarios: industrialización de alimentos, curtiembre, textil, y metalmecánica junto a la gestión medioambiental como eje transversal a los sectores industriales anteriores.

El proyecto Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local surgió como parte de las acciones de vinculación internacional del INTI, en donde la cooperación técnica con organismos públicos y privados del mundo -presentes en el campo tecnológico- favorecen el intercambio de conocimientos como elemento fundamental para el desarrollo industrial local.

En esa dirección, uno de los componentes de este proyecto fue la convocatoria de especialistas en diversas temáticas, para cumplir con misiones de trabajo en nuestro país. El objetivo de cada misión es brindar capacitaciones específicas a técnicos de las provincias norteñas, de acuerdo a la especialidad de cada experto, a grupos de trabajo de Centros Regionales de Investigación y Desarrollo así como a Unidades Operativas que conforman la red INTI, y brindar asistencia técnica a las miPyMEs que acompañen el desarrollo de las actividades del proyecto. Además, mantienen entrevistas con actores locales quienes constituyen un recurso esencial y estratégico para alcanzar los objetivos planteados.

La publicación que se dispone a conocer ha sido concebida como resultado de una misión técnica de uno de los expertos intervinientes en este proyecto. Cada experto al finalizar su trabajo en el país, elabora un informe técnico con recomendaciones para el fortalecimiento del sector para el cual fue convocado y que da lugar a la presente producción, editada con el propósito de divulgar los conocimientos a partir de las necesidades

detectadas y los resultados del intercambio efectivo hecho en territorio, conjugando los basamentos teóricos con la realidad local.

**Dra. Graciela Muset**

DIRECTORA DEL PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión de la Unión Europea.

## 2. RESUMEN

Debido a que el continente americano oferta una flora muy variada con comprobado alto potencial nutricional y contenido de fitoquímicos, es necesario valorar sus propiedades nutricionales y funcionales y darles valor agregado con BPA y BPM que garanticen productos de alta calidad que les permitan entrar en los canales nacionales e internacionales de mercado. Es por ello, que el propósito de la compilación aquí presentada, es discutir aspectos de la elaboración de harinas y almidones de fuentes no convencionales, señalando algunos aspectos tecnológicos de su elaboración y de los procesos de secado para preservar sus cualidades nutricionales y optimizar sus propiedades funcionales. Así como también, describiendo los análisis de aseguramiento y control de calidad y algunos ejemplos de cómo usar estas harinas y almidones para el desarrollo de alimentos dirigidos a consumidores convencionales y con regímenes especiales. Se demuestra la factibilidad de elaborar productos de alta calidad con estas materias primas.

### 3. INTRODUCCIÓN

El continente americano ofrece una flora muy diversa (Andrade Lima, 1968, Fit'l'kau, y col., 1968) con alto potencial para su aprovechamiento como alimento (Dendy, 1992, Pérez y Pacheco de Delahaye, 2005 a y b, Pérez y col. 2007 a y b, Pérez-Sira 2007, Pacheco-Delahaye y col., 2008, Escobar y col., 2009, Pérez y col., 2013, Palomino y col., 2010, Ciarfella y col., 2014, Sivoli y col., 2014), exclusivo valor nutricional (Jaffé 1983, LATIN FOODS. 1998, Escobar y col., 1987, Escobar y col., 2009, García y col., 2007, González Galán y col., 2008, FAO, 2015), y con alto contenido de compuestos fitoquímicos (Drago -Serrano y col., 2006. Álvarez y col., 2012). Los fitoquímicos son compuestos que se encuentran en los vegetales que ayudan en la prevención y control de enfermedades de los consumidores. Con tecnologías tradicionales aplicando BPA y BPM, estas materias primas pueden ser transformadas en harinas y almidones que pueden ser usados como ingrediente para el desarrollo de numerosos productos alimenticios; tanto para consumidores convencionales, como para aquellos con regímenes especiales. de alimentación.

El término harina ha sido ampliado por el comité del Codex Alimentarius para incluir materias primas diferentes al trigo. Esta definición señala que: *"La harina se obtiene de la molturación de granos, cereales, y tubérculos (p. ej., la yuca) y médula o corazón blando de palmera"* Como se observa, este término incluye fuentes no convencionales por lo cual algunas otras materias primas que puedan generar harinas pueden ser incluidas en el mismo. Muchas materias primas potenciales para producir harinas no contienen todos los nutrientes esenciales para el consumo humano, es por ello que en el concepto de harinas del *Codex Alimentarius*, 2010, se señala que estas pueden contener otros ingredientes, tales como, aditivos permitidos y nutrientes como proteínas, aminoácidos, minerales y ácidos grasos esenciales, solucionando así este déficit.

En América del Sur existen rubros tradicionalmente madereros como el algarrobo, chañar y mistol que producen, semillas, vainas o frutos que pueden ser transformados en harinas y aprovechadas como alimento humano o animal. En las zonas andinas y amazónicas crecen numerosas, leguminosas, raíces, tubérculos y frutos que son cultivados muy rudimentariamente por los locales y que tiene un alto potencial de ser aprovechados y transformados en harinas y/o almidones.

La transformación de estos rubros en harinas y/o almidones constituye la manera más eficiente de preservar materia prima que sobrelleva pérdidas postcosecha, o no es aprovechada en su totalidad, y que ayudaría a diversificar e innovar en el desarrollo de alimentos para consumo convencional o de regímenes especiales, resolviendo problemas locales e inclusive globales de demanda de alimentos. Por lo tanto, la utilización de los mismos permite disminuir las pérdidas post-cosechas, mantener una reserva y un sistema de comercialización estable, que garanticen el suministro de estos rubros en el ámbito nacional durante todas las épocas del año. Más aún, los productos deshidratados requieren menos espacio y tienen mayor vida de anaquel, pudiendo ellos ser rápidamente reconstituidos y preparados para comer, un factor importante en la población urbana.

Esta transformación en harinas y almidones es factible mediante la deshidratación y molienda seca (obtención de harinas) y por molienda húmeda y deshidratación (obtención de almidones).

En la actualidad, muchos de estos rubros, localmente, se transforman en harina o almidones usando técnicas que, aunque sean convencionales son muy rudimentarias y con muy malas prácticas ; -tanto agrícolas (BPA) como de manufactura (BPM)- y que dan como resultados productos con muy baja calidad e inocuidad por lo que no pueden entrar eficientemente en los canales de mercadeo global. Estas materias primas, así procesadas constituyen peligro a la salud del consumidor y en el menor de los casos no poseen las propiedades funcionales adecuadas a los productos que se elaboran con ellas. Es por ello que se debe enfatizar en la implementación de la metodología y técnicas adecuadas, aún al nivel artesanal en el que trabajan, para que le impartan calidad e inocuidad a los productos que se obtienen al darle valor agregado a estos rubros. Entre estas técnicas se encuentran los métodos de deshidratación, molturación y almacenamiento convencionales que son fácilmente aplicables en las condiciones de trabajo artesanal.

## 4. DESHIDRATACIÓN O SECADO

El objetivo principal de la deshidratación o secado es reducir el contenido de humedad, lo cual, disminuye la actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento (Ochoa-Reyes y col., 2013). La eficiencia del transporte de humedad desde el alimento está determinada por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual en la mayoría de los casos es aire. Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura. Conforme se incrementa la temperatura, la deshidratación se acelera, pero los atributos cualitativos iniciales del alimento cambiarán drásticamente (Muratore y col., 2008). Debido a que cada materia prima tiene diferencias en sus atributos cualitativos en los procedimientos de secado, para la optimización del proceso, es importante el diseño de las curvas de secado que implican conceptos psicométricos y relación tiempo y temperatura (Potter, 1984).

### Métodos utilizados en la deshidratación de materias primas de fuentes no tradicionales

**Deshidratación solar:** el deshidratador utiliza energía solar; los rayos del sol calientan el aire que extrae el agua del producto (Álvarez e Hirai, 2015), conservando los alimentos secos hasta por un año.

**Deshidratación con aire caliente forzado:** el deshidratado con aire caliente forzado es el método más común para secar alimentos. En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos. El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Ochoa-Reyes y col., 2013, Green y Perry, 2006). Este tipo de deshidratación puede ser continua o por lotes, solar o con energía de diferentes fuentes.

**Deshidratación Osmótica:** la deshidratación osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas células son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto (Zapata Montoya y Castro Quintero, 1999). Este método da resultados excelentes si se aplica combinado con otros métodos de deshidratación en las materias primas de fuentes no convencionales.

### Otros métodos de deshidratación aplicables

**Deshidratación con tambor rotatorio:** este tipo de deshidratador es un intercambiador de calor de paredes muy lisas. En el mismo, las suspensiones o soluciones se deshidratan por contacto con la superficie caliente del tambor. El tambor posee doble camisa por lo que se calienta internamente con vapor, usualmente hasta 152°C. Una superficie delgada de la sustancia se retiene en la superficie del tambor, la humedad se evapora en el aire debido al calor transferido por la superficie del tambor. El grosor de la película es controlable por un dispositivo en el equipo. La materia prima seca se desprende de la superficie con unas cuchillas instaladas en el equipo (Pérez Herrera, 2006).

**Deshidratador rotatorio:** consiste en un cilindro con una leve inclinación de la horizontal con una longitud entre 4 a 10 veces su diámetro que gira moviendo los sólidos desde el punto de alimentación hasta la salida. Este tipo de secador puede ser por lote o continuo y funciona con energía eléctrica o con combustibles (Pérez Herrera, 2006, Green y Perry, 1992)

**Deshidratación por aspersión:** el secado por aspersión es una operación básica especialmente indicada para el secado de disoluciones y suspensiones (por ejemplo, leche, líquida). El líquido se rocía, en pequeñas gotas en una corriente de aire o gas caliente. El agua se separa rápidamente y las partículas secas se separan de la corriente de aire. El flujo de aire puede ser contracorriente, en paralelo o una combinación de ambos (Brennan y Grandison, 2011). Con este tipo de deshidratación, usando algunos aditivos, se logra proteger, del efecto térmico, algunas cualidades nutricionales de los alimentos; por ejemplo, en la leche.

**Deshidratación con lecho fluidizado:** la suspensión, introducida por medio de la tobera de pulverización en la cámara de producto, da lugar a la formación de las partículas fluidizadas hasta que vuelven a caer en el lecho fluidificado debido a su peso (Pérez Herrera, 2006), de esta manera, se evapora el agua contenida en el producto.

## 5. HARINAS Y ALMIDONES DE FUENTES NO CONVENCIONALES

### Harinas

Todas las harinas de fuentes vegetales, sin excepción, se producen con métodos de deshidratación y molturación. La molienda para la obtención de las harinas es una molienda seca. Se ha demostrado (Anchundia 2009; Guzmán, 2011) que en las harinas que no desarrollan gluten, el método de deshidratación define sus propiedades funcionales al usarlo como sucedáneo de productos con gluten, lo que se refleja en la calidad del producto final. Por ejemplo, la harina obtenida por deshidratación con tambor muestra características reológicas que ayudan al desarrollo de la masa para elaborar pan y pasta; por lo que, en el caso de la pasta, esta presenta pruebas de cocción similares a la de la pasta con gluten y el pan desarrolla mejor volumen. Esto indica que se deben modificar harinas (libres de gluten) con tratamientos térmicos para modificar sus propiedades reológicas, en función de darles diferentes usos en la elaboración de alimentos.

### Almidón

El almidón se produce usando un proceso de molienda húmeda de la materia prima, el cual involucra remojo (si es grano), molienda con suficiente agua hasta obtener la suspensión (lechada) y separación del almidón de los otros componentes del grano, también con uso de suficiente agua (Pérez y col., 2009).

El proceso industrial (Figura 1) comienza con la limpieza y acondicionamiento de la materia prima; si es grano de cereal se remoja y se trata con un agente químico (puede ser sulfito) para facilitar la molienda y evitar la contaminación microbiana, si es raíz, tubérculo (mandioca, batata) o musáceas (bananos) se deben descascarar y trocear y tratar con ácido o algún agente que evite la oxidación. Posteriormente se realiza una molienda gruesa, se tamiza y se centrifuga. Se purifica el almidón con diferentes lavados en hidrociclones y se obtiene la lechada. Esta lechada se concentra, se seca (deshidratador) y se obtiene el almidón. Como se observa en la Figura 1, se obtienen una serie de sub productos; tales como: germen, aceite, gluten, fibra. Si el almidón se modifica por diferentes métodos se obtienen dextrinas, edulcorantes y otros almidones modificados.

Usando el mismo esquema básico, en una forma más simple, se puede obtener almidón artesanalmente de raíces, tubérculos y musáceas (Figura 2). Se comienza con la limpieza y acondicionamiento, se limpian y descascarar (generalmente se pierde 15-30 %), se trata con alguna solución química que evite la oxidación (sulfitos, ácido cítrico). La pulpa comestible se trocea y macera en un equipo de molturación artesanal (licuadora industrial o molino de discos) y se pasa por filtros de muselina (tamices). Una vez obtenida la lechada, se centrifuga o se sedimenta (se decanta el líquido sobrenadante) y la pasta obtenida se seca y se empaqa, obteniéndose el almidón nativo. También es posible con técnicas de cocción, fermentación y deshidratación modificar el almidón para obtener

mayor aplicación en sus funciones como ingrediente. Un ejemplo es el almidón agrio obtenido de la fermentación del almidón nativo de mandioca para la elaboración de pan de bono (panecillo característico en la región del valle del Cauca en Colombia) y *pão de queijo* (panecillo de Brasil).

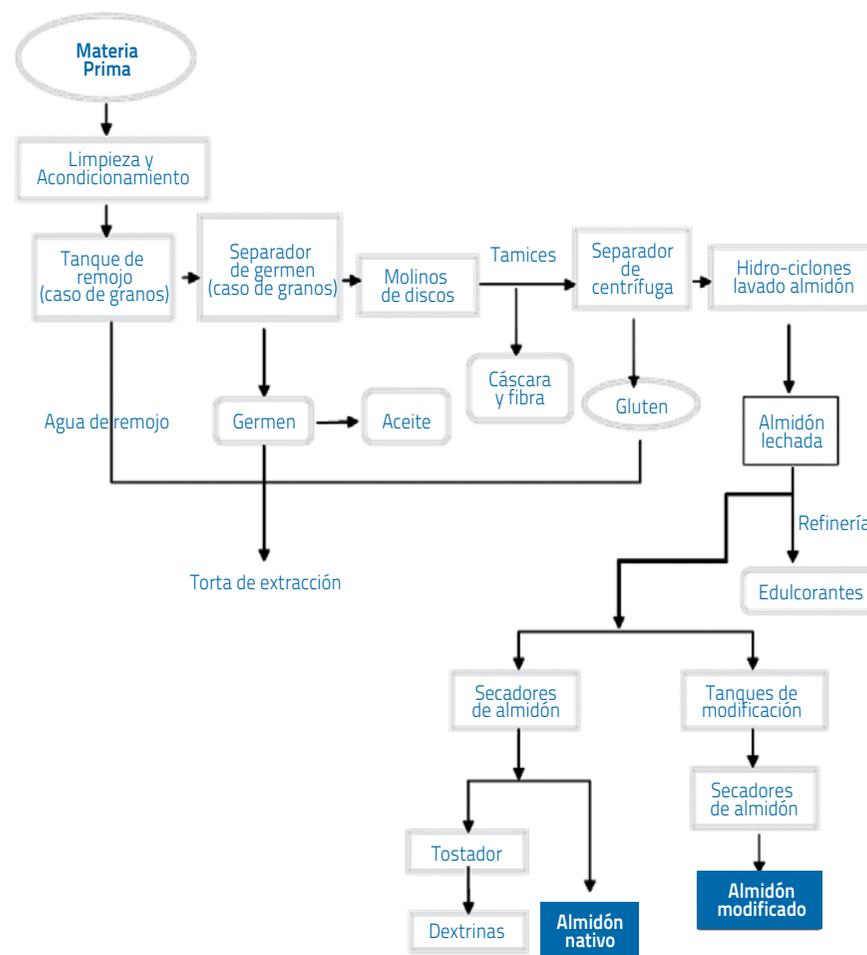


Figura 1. Esquema de molienda húmeda para la obtención de almidón nativo y modificados (Pérez y col., 2009)

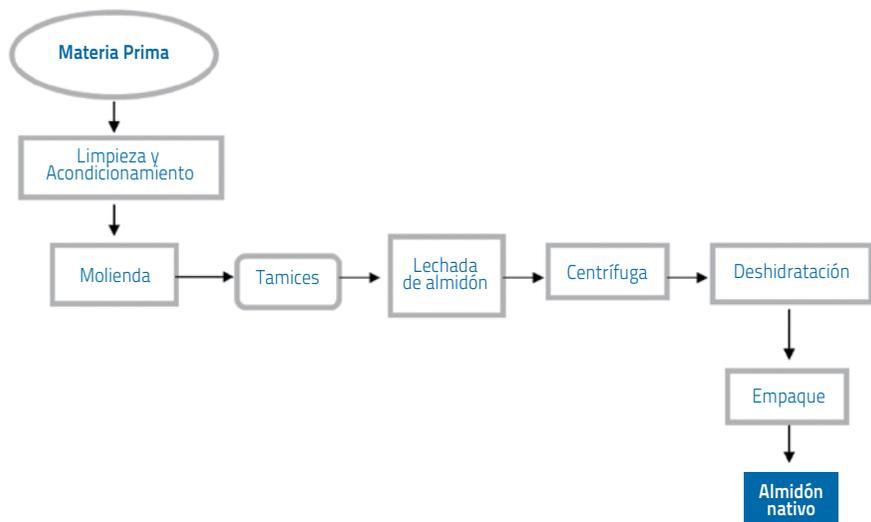


Figura 2. Esquema básico de molienda húmeda para la obtención de almidón a nivel piloto.

## Elaboración de harina

La elaboración de harinas de cereales, especialmente trigo y arroz, se realiza con molienda seca. El esquema de elaboración ya tiene una estructura industrial bien consolidada y todos los equipos necesarios se encuentran en el mercado (Owens, 2001). Para el caso de harinas de raíces, tubérculos y musáceas el procedimiento es más sencillo.

El equipo de deshidratación para el procesamiento industrial de harinas de raíces, tubérculos y musáceas, también se encuentra a disposición en el mercado internacional. La línea de proceso debe ensamblarse comenzando con el acondicionamiento de la materia prima (limpieza, saneamiento, descascarado, troceado y tratamiento para evitar oxidación). Una vez acondicionada la pulpa comestible se deshidrata, y se muele hasta ~ 60–80 mesh. La harina obtenida es empacada para su comercialización. En el mismo esquema para su obtención, a pequeña escala y usando BPM, se puede usar el secado solar, en aquellas zonas donde no se dispone de energía eléctrica o ésta es muy cara. También se pueden implementar deshidratadores, usando leña, carbón o residuos agroindustriales (por ejemplo, pellet de cáscara de arroz) o la combinación de estos, con energía solar y/o eléctrica. Las harinas se pueden obtener crudas y también modificadas en sus propiedades funcionales, al aplicársele tratamiento térmico al producto fresco. En la Figura 3, se muestra el proceso de obtención de harina cruda usando un deshidratador piloto con energía eléctrica.

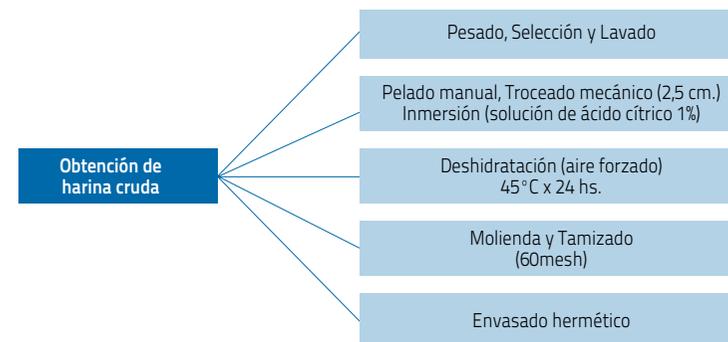


Figura 3. Proceso de obtención de harina cruda usando un deshidratador con energía eléctrica

Las harinas tratadas térmicamente (Figura 4) se pueden obtener al tratar la materia prima, con diferentes métodos de cocción, previo a la deshidratación (Figura 5). Se pueden someter a cocción con exceso y límite de agua, en tacho abierto a temperatura de ebullición, en autoclave (125°C) o microondas. También se pueden procesar las harinas crudas mezcladas con agua en el deshidratador de aspersión (en paralelo, contracorriente o su combinación) o de tambor (doble o simple). Para ello, se prepara un sistema de harina en agua (1:5 harina:agua) y se sigue el protocolo descrito para el tipo de deshidratación. Con estos últimos tratamientos se consigue una total gelatinización del almidón que le confiere propiedades funcionales adecuadas para la elaboración de pastas y panes.

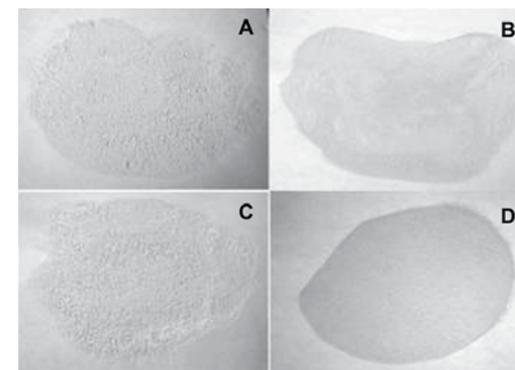


Figura 4. Harinas obtenidas del procesamiento de: (A) banana Harton común sin tratamiento térmico, (B) banana Harton común con tratamiento térmico, (C) banana Harton enano sin tratamiento térmico, (D) banana Harton enano con tratamiento térmico, usando los esquemas anteriormente descritos.

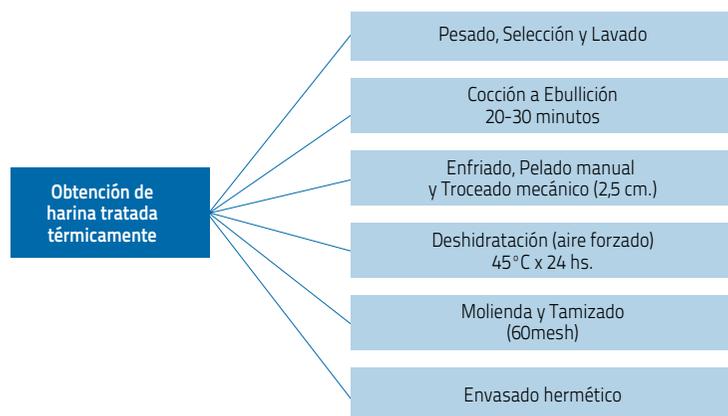


Figura 5. Proceso de obtención de harina cocida usando un deshidratador con energía eléctrica.

## 6. ANALISIS DE HARINAS Y ALMIDONES

Las harinas y almidones obtenidos deben ser analizados para su control de calidad y estabilidad durante el almacenamiento.

### Composición proximal

Los análisis a realizar son los siguientes: **humedad** (N° 44-16 de la AACC, 2003), **proteína cruda** (N° 46-12 de la AACC, 2003) usando el factor de conversión de nitrógeno a proteína de 6,25; **grasa cruda** (N° 30-10, AACC, 2003) y **cenizas totales** (N° 08-03 de la AACC, 2003). El contenido de **carbohidratos totales**, se calcula por diferencia, sustrayendo el contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas de 100 g de muestra.

### Propiedades funcionales

**Actividad de agua ( $A_w$ ):** el  $A_w$  de las harinas se realiza en el instrumento psicrométrico Aqualab. Decagon CX-1 siguiendo la metodología descrita en el manual.

**Densidad aparente o a granel (bulk) y densidad de asentamiento (compactada)** según metodología de Subramanian y Viswanathan, (2007).

**Procedimiento densidad aparente:** un cilindro graduado de volumen conocido (100 ml) se llena con la muestra de harina hasta que el volumen total sea completado, sin provocar ningún movimiento. El exceso de harina se elimina con una espátula por nivelación y se pesa el cilindro. La densidad aparente se expresa como Peso/Volumen (g/ml)

**Procedimiento densidad de asentamiento:** llenar el cilindro graduado completamente a su volumen máximo, compactar la harina con sacudida durante 2 minutos. La densidad se calcula como el cociente de la masa y el volumen del contenido del cilindro.

**Granulometría** según Bedolla y Rooney, (1984).

**Procedimiento:** usando juego de tamices (pueden ser Tyler 40, 60, 80 y 120 mesh). Se pesan 100 g de muestra y se colocan en la serie de tamices, los cuales deben ordenarse en orden creciente de granulometría de abajo hacia arriba, en el agitador de tamices agitar a 320 rpm por 5 min. La cantidad de muestra retenida en cada tamiz se expresa directamente en porcentaje.

**Color** se determina según metodología descrita por Giese, (1995) y en Hunter Lab Manual, (2001), usando el colorímetro triestímulo Color Flex S/N: CX 819; bajo el Software Color Universal Cielab (\*).

**Procedimiento:** se determinan los parámetros:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , para describir el color reflejado, utilizando el iluminante D65. Calibrado con la placa blanca estándar con valores de:  $L^*= 93,54$ ;  $a^*= -0,81$  y  $b^*= 1,58$ . Cada parámetro de color evaluado tiene el siguiente significado:

$L^*$ = Índice de luminosidad (100= blanco; 0= negro)

$a^*$ = Longitud de onda predominante (positivo= rojo; 0= gris; negativo = verde).

$b^*$ = Longitud de onda predominante (positivo= amarillo; 0= gris; negativo= azul).

$\Delta E = \text{Índice del cambio total de color o la variación total del color entre las muestras.}$   
Este valor define la diferencia de color con respecto a un valor patrón. A mayor valor de  $\Delta E$ , mayor es la diferencia de color y se calcula según la fórmula siguiente:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

En algunos productos ya estandarizados si  $\Delta E$  es mayor a 1, las variaciones del color son apreciadas por el ojo humano, indicando que son diferentes entre sí a simple vista.

También se puede calcular el **Índice de Blanco (IB)**, que representa la blancura total de la muestra. Se calcula de acuerdo a ecuación empleada por Hsua, (2003) y Manresa y Vicente, (2007):

$$IB = \sqrt{(100 - L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

**El índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad (ISA)** (en las harinas), se determinan según metodología descrita N° 56-40 de la AACC, (2003)

**Procedimiento:** pesar 2,5 g de harina en un tubo de centrifuga previamente tarado y añadir 30 ml de agua destilada. Centrifugar esta mezcla por 10 minutos a 3000 rpm (Sorvall, RT 6000B). Transferir el sobrenadante a una cápsula de porcelana previamente tarada y evaporar en baño de agua (María) caliente hasta sequedad y luego colocar en estufa a vacío 60°C por 16 h. Enfriar en desecador y pesar.

El Índice de Solubilidad en Agua (ISA) expresado en porcentaje se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\% ISA = \frac{\text{Peso del residuo evaporado en la cápsula}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

El índice de absorción de agua (IAA) se calcula a partir de la relación entre el peso del gel o residuo centrifugado contenido en el tubo y el peso de la muestra en base seca, expresado como gramo de gel por gramo de muestra según la fórmula:

$$IAA (g\ gel/de\ sólidos) = \frac{\text{Peso del gel o residuo en el tubo}}{\text{Peso de muestra}}$$

**Separación de fase** en harinas según metodología N° 56-60 de la AACC, (2003).

**Procedimiento:** pesar 10 g exactos de harina, colocar en un cilindro graduado con tapa de 100 ml, añadir 50 ml de agua preparada con azul de bromocresol (4mg/l). Mezclar fuertemente la harina y el agua, moviendo el cilindro horizontal y longitudinalmente 12 veces en cada dirección, una vez mezclado, dejar en reposo durante 60 minutos y leer el volumen en el cilindro.

**pH y acidez** titulable según las metodologías oficiales N° 02-52 y 02-31, respectivamente de la AACC, (2003).

**Procedimiento:** Pesar 10 g de muestra y colocar en un beaker de 250 ml. Agregar 100 ml de agua destilada recién hervida. Agitar continuamente durante 30 minutos y dejar en reposo 10 minutos, decantar el sobrenadante y determinar pH. Para la determinación de acidez, titular el sobrenadante con NaOH usando dos gotas de fenolftaleína como indicador.

**Características reológicas:** Se determinan en harinas y almidones mediante la interpretación de las curvas amilográficas obtenidas del Viscoamilográfico de Brabender, viscosímetro Brookfield y consistómetro Bostwick (Meloan y Pomeranz, 1980).

El perfil amilo gráfico se determina siguiendo la metodología descrita en la AACC (2003), método 22-10.

Usando los siguientes parámetros:

- Viscosidad inicial o viscosidad a 30°C.
- Pico de viscosidad máxima (P).
- Viscosidad a 90°C.
- Viscosidad al final del periodo de calentamiento (90°C; 30 minutos) (H).
- Viscosidad a 50°C (C).
- Viscosidad al final del periodo de enfriamiento (50°C; 30 minutos).
- Estabilidad o "breakdown" (P - H).
- Asentamiento o "setback" (C - P).

**El tipo de fluido** que producen las harinas y almidones a diferentes concentraciones se determina mediante curvas de viscosidad aparente obtenidas con el viscosímetro de Brookfield a temperatura ambiente, a 50°C y a 100°C, y a velocidades de 6, 12, 30 y 60 rpm, haciendo uso de la aguja adecuada al fluido obtenido, según metodología descrita por Joslyn (1970).

**La consistencia del gel** en las harinas se determina siguiendo la metodología descrita por Cagampang y col (1973). Los resultados se expresan en mm recorridos por el gel en 30 minutos.

## Propiedades nutricionales

**Digestibilidad** (del almidón) en las harinas según metodologías de Holn y col., 1985.

**Procedimiento:** pesar 500 mg de almidón en base seca en un matraz erlenmeyer de 100 mL y añadir 50 mL buffer fosfato (pH 6,9). Colocar en baño de María a 37 ± 0,5°C con agitación constante, dejando estabilizar la temperatura de la muestra con la del baño. Para tomar el tiempo cero (0) pasados los primeros 5 minutos y antes de agregarse la enzima, se toma una alícuota de 0,2 mL, luego de esto se añade 1 mL de la enzima  $\alpha$ -amilasa (A-3176 Sigma, USA). Para llevar a cabo la cinética de la digestibilidad se toman muestras (0.2 mL) a los 5, 15, 30, 45, 60 y 120 minutos y se colocan en tubos de ensayos a los cuales previamente se les ha añadido 0,8 mL de agua destilada y 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS). Los tubos se colocan en baño de agua en ebullición durante 10 minutos, para añadir finalmente 15 mL de agua destilada, homogenizando con agitación todo el contenido de los tubos. Se hace la lectura de las muestras a una longitud de onda de 530 nm. Previamente al proceso de digestión de las muestras debe realizarse una curva estándar de maltosa, con la cual se relacionará el contenido de almidón hidrolizado, expresándolo como porcentaje de maltosa liberada durante la reacción.

**Fibra dietética, total, soluble e insoluble:** Se se determina según método descrito por ASP, 1987.

### Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos básicos según BAM, 2001 para establecer la calidad e inocuidad de las harinas son los siguientes:

- Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g indicador de BPM.
- Recuento de coliformes en placa, UFC/g Indicador de Inocuidad

Si es positivo el recuento de coliformes totales se debe realizar el recuento de *Escherichia coli*, UFC/g

- Recuento de mohos y levaduras, UFC/g

## 7. EJEMPLO DE USO DE HARINAS DE FUENTES NO CONVENCIONALES

Las Tabla 1 y 2 resumen parámetros indicadores de la calidad e inocuidad para consumidores con regímenes especiales, de productos elaborados con harinas de fuentes no convencionales, tales como pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium*), ponqué con harina de batata (*Ipomoea batatas*), galletas con harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y base para panqueca y para torta con 100% harina de yuca, base para pizza con 100 % harina de arroz y un producto tradicional venezolano elaborado con harina de yuca y quinchoncho (*Cajanus cajan*) (Pérez y col., 2013). En la tabla 1 se resalta el alto contenido de proteína de la mezcla base para pizza y casabe que fueron enriquecidos con proteína de soya y la leguminosa *Cajanus cajan*, respectivamente;

Tabla 1. Parámetros químicos e indicadores de inocuidad de productos desarrollados con materias primas de fuentes no convencionales.

PARÁMETROS QUÍMICOS	PAN	PONQUÉ	GALLETAS	BASE TORTA	BASE PANQUECA	BASE PIZZA	CASABE
Humedad (%)	30,9±0,2	24,6±1,3	3,4±0,1	5,1±0,1	5,7±0,2	4,7±0,1	11,5±0,0
Proteína Cruda (%)	12,7±0,0	9,4±0,4	4,5±0,1	4,6±0,0	3,9±0,0	27,6±0,1	11,0±0,8
Grasa cruda (%)	2,6±0,2	21,6±0,0	31,3±0,1	0,5±0,0	0,4±0,0	2,5±0,1	0,8±0,0
Ceniza (%)	1,7±0,1	2,7±0,1	0,8±0,1	3,0±0,1	2,6±0,1	1,7±0,1	1,8±0,1
Fibra dietética (%)	7,7±0,0	7,5±0,2	3,64±0,2	ND	ND	-	13,8±0,1
Carbohidratos Totales (%)	83,1±0,0	41,9±1,6	60,0±0,0	88,8±0	87,4±0,1	63,6±0,4	74,4±0,0
Carbohidratos Disponibles (%)	75,5±0,0	34,3±0,0	56,4 ±0,0	ND	ND	-	60,9±0,4
Calorías	376±0,0	368±0,0	546±0,2	ND	ND	387±0,7	295±0,0
Gluten	ND	ND	ND	< 5ppm	< 5ppm	< 5ppm	< 5ppm
Fenilalanina (mg/100g ms)	ND	ND	ND	3,2±0,0	3,6±0,0	387,0±0,7	ND
Digestibilidad (%) (1)	ND	ND	64±0,0	87,4±0,7	88,1±0,4	86,1±0,6	51±0,2
Cianuro Total (mg/kg pf)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6,5±0,5
Almidón resistente (%)	NA	NA	ND	NA	NA	NA	6,5±0,7
Granulometría	NA	NA	NA	95% 60µm	95% 60µm	95% 120µm	NA
ISA (%)	NA	NA	NA	ND	ND	9,3±0,7	NA
IAA (g, gel/g.)	NA	NA	NA	ND	ND	6,8±1,9	NA

ND: No determinado

NA: No aplica

Tabla 2. Parámetros físicos de productos desarrollados con materias primas de fuentes no convencionales.

PARÁMETRO FÍSICOQUÍMICOS DE CALIDAD	PAN	PONQUÉ	GALLETA	BASE TORTA <sup>(1)</sup>	BASE PANQUECA	BASE PIZZA <sup>(1)</sup>	CASABE
pH	5,3±0,2	6,9±0,0	5,3±0,0	6,92±0,0	6,8±0,0	6,4±0,0	ND
Acidez titulable	0,2±0,00	0,01±0,0	0,2±0,0	0,24±0,0	0,2±0,0	0,4±0,0	ND
ΔE <sup>(3)</sup> Corteza	9,3±0,00	12,8±0,0	3,01±0,0	7,38±0,0	ND	11,±0,1	5,10±0,1
ΔE <sup>(3)</sup> miga	miga	5,62±0,0	galleta	21,3±0,0		Pizza	casabe
galleta	80,3±0,0	NR	NA	ND	ND	84,5±0,1	71,8±0,1
Pizza	NR	63,9±0,0	NA	ND	NA	NA	NA
ΔE (3) Miga	0,57±0,9	NA	NA	NA	NA	0,44±0,0	NA
IB	NA	NA	NA	2,7±0,1	1,4±0,0	ND	NA
IM corteza	0,4±0,00	0,6±0,2	0,3±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	ND
Densidad (g/ml)	7/9	6/7	5/7	6/7	6/7	7/9	5/7
Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	NA	NA	NA	95% 60μm	95% 60μm	95% 120μm	NA
Actividad de agua (Aw)	NA	NA	NA	ND	ND	9,3±0,7	NA
Aceptación global	NA	NA	NA	ND	ND	6,8±1,9	NA
Granulometría	NA	NA	NA	95% 60μm	95% 60μm	95% 120μm	NA
ISA (%)	NA	NA	NA	ND	ND	9,3±0,7	NA
IAA (g, gel/g,)	NA	NA	NA	ND	ND	6,8±1,9	NA

**ND:** No determinado      **NA:** No aplica

Excepto las galletas elaboradas a base de harina de arracacha, el contenido graso es relativamente bajo en estos productos. Los productos 100 % harina de yuca o arroz (mezcla base para panqueca, torta o pizza) presentan valores de gluten aceptados en productos libres de gluten. La mezcla base para panqueca y torta también es adecuada para consumo de fenilcetonúricos. Excepto por el casabe, en los productos donde se ensayó la digestibilidad se observaron valores que indican buena digestibilidad del almidón. El caso del casabe se justifica, ya que este producto muestra alto contenido de almidón resistente y fibra dietética, por lo que la digestibilidad de los almidones disminuye. El casabe mostró un contenido de cianuro bastante más bajo, que el contenido aceptado para la yuca dulce.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es factible la transformación de las materias primas de fuentes no convencionales en productos no perecederos con valor agregado, con alta calidad e inocuidad para su utilización en el desarrollo de productos dirigidos al consumo humano y animal, ya que existen las materias primas, los equipos están disponibles en el mercado y se cuenta con el personal capacitado para obtener estos objetivos con éxito. Se recomienda continuar los objetivos del proyecto "Mejoras de las economías regionales y desarrollo local" a través del apoyo del INTI a los las miPyMEs en aspectos relacionados a tecnología de secado para la obtención de harinas de materias primas locales, con énfasis en el algarrobo.

## 9. REFERENCIAS

AACC 2003. Approved method of the American Association of Cereal Chemist. Ed(s) AACC, St Paul MN USA.

Álvarez F, Hirai Y. 2015. Construcción y uso de un deshidratador soplar para alimentos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Regional Chorotega Costa Rica y Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA). En: <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/Desplegables/Secador%20solar%20para%20deshidrataci%C3%B3n%20de%20alimentos.pdf>

Álvarez P, de la Rosa LA., González GA., Ayala Zavala JF. 2012. Antioxidantes en alimentos y salud. Centro de Investigación en Alimento y Desarrollo, Universidad Autónoma Ciudad de Juárez, pp 133-377.

Anchundia M. 2009. Efecto del tratamiento térmico de esterilización y cocción a tacho abierto sobre la composición proximal, propiedades físicas, reológicas y nutricionales de las harinas de batata (*Ipomoea batatas*) y de arroz (*Oryza sativa*) y su utilización en la elaboración de un producto alimenticio para fenilcetonúricos. Tesis de Maestría Postgrado Inter-facultades en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Andrade Lima D. 1968. La flora de la región andina de América del Sur. Unesco/Castala VII. 2.

Asp NG. 1987. Dietary fiber. Definition, chemistry and analytical determination. Molec. Aspects Med. 8:17-29.

BAM 2001 Bacteriological Analytical Manual. Microbiological methods and bacteriological analytical manual. FDA Center for Food Safety and Applied Nutrition Online:

Bedolla S., Rooney LW. 1984. Characteristics of U.S. and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. CFW, 29:732-735.

Brennan JG, Grandison AS, 2011. Food processing Handbook. 2th edition Wiley-VCH, New York USA, pp 91-126.

Cagampang GB, Perez CM, Juliano BO. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Food. Agric. 24:1589-1594.

Ciarfella AT, Sívoli LJ, Pérez EE. 2014. Food Products Developed Using Cassava Roots and Its Derivatives: A Review, pp 161-176. En: Cassava: Production, Nutritional Properties and Health Effects. Ed Molinari FP. Nova Publishers.

CODEX ALIMENTARIUS. 2010. Descriptores de las categorías de alimento. Comisión del Codex Alimentarius. ALINORM 10/33/1. Informe de la 42ª reunión del comité del Codex sobre aditivos alimentarios. Beijing, China, 2010, al33\_12f.pdf. <http://www.codexalimentarius.org>.

Dendy DAV. 1992. Composite flour - past, present and the future: a review with special emphasis on the place of composite flour in the semi-arid zones. In M.I. Gomez, L.R. House, L.W. Rooney & D.A.V. Dendy, eds. Utilization of sorghum and millets, p. 67-73. Patancheru, Inde, ICRISAT.

Drago-Serrano ME, Lopez.Lopez M, Sainz-Espunes TR. 2006. Componentes bioactivos de alimentos de origen vegetal.Re. Mex. Ciens Farm. 37(4):58-68.

Elías LG. 1996. Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. Bol Oficina Sanit Panam, 121(2):179-182.

Escobar B, Romeo M, Baeza G, Soto X, Vásquez M. 1987. Caracterización y composición química del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz). Rev. Chilena Nutr. 15(2):113-116.

Escobar B, Estévez AM, Fuentes GC, Venegas FD. 2009. Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. Arch. Latinoam. Nutr. 59 (2):191-198

FAO. 2015. Latin American Food Composition Tables. International Network of Food Data Systems (INFOODS). <http://www.fao.org/infoods/infoods/tablas-y-bases-de-datos/america-latina/es/>

Fitl'kau, EJ, Illies J, Kllnge H, Schwabe GH, Sioli H. (Edit.) Biogeography and ecology in South America. The Hague: W. Junk N. V. Publishers,1968 -1969; 2 vol., 946 p., 210 ill. [http://www.accefyn.org.co/revista/Volumen\\_13/52/535-537.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Volumen_13/52/535-537.pdf)

García A, Pacheco-Delahaye E, Tovar J, Pérez E. 2007. Caracterización fisicoquímica y funcional de la harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para sopas instantáneas. Cien Tecn de Alimentos, 5(5) 384-393. [www.somenta.org/journal](http://www.somenta.org/journal)

Giese J. 1995. Measuring physical properties of foods. Food Technol., 49: 54-63.

González Galán A, Duarte Corrêa A, Patto de Abreu CM, Piccolo Barcelos MF 2008. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis spp.*, procedente de Bolivia y Brasil. Arch. Latinoam. Nutr, 58 (3):309-315.

Green DW, Perry DH. 2006. Chemical Engineering's Handbook. 8th Edition Mc Graw Hill. Pp5.

Guzmán, R. 2011. Aprovechamiento integral de dos variedades comerciales de musas (*Musa spp*) I. Elaboración de productos a base de harinas. II. Producción de maltodextrinas y uso en microencapsulación de antioxidantes. Tesis de Doctorado Postgrado Inter-facultades en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela

Holn J, Björck I, Asp NG, Sjöberg LB, Lundquist I. 1985. Starch availability in vitro and in vivo after flaking, steam cooking, and popping of wheat. J. Food Sci., 3:193-206.

Hua C-L, Chen W, Wenga Y-M, Tsenga C-Y. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chem.*, 83: 85-92.

Hunter Lab. Manual. 2001. Hunter Associates Laboratory Universal software version 3.8 ISO 9001 certified.

Jaffe W. 1983. Alimentos que América dio al mundo. En: Historia de la nutrición en América Latina Bourges H; Bengoa JM., O' Donell, A. Publicación SLAN # 1.

Joslyn M. 1970. Methods in food analysis. En: Food Science and Technology. Academic Press. New York. USA

LATIN FOODS. 1998. Platos típicos de países de América Latina. INTA, FAO, Centro Subregional LATINFOODS para América del Sur, Universidad de Chile Santiago de Chile.

Manresa, A., Vicente, I. 2007. Medición del color. En: El color en la industria de alimentos Ed. Universitaria, La Habana, Cuba. p. 64

Meloan CE., Pomeranz Y. 1980. Food analysis Laboratory experiments. The avi Pub. Co. 2da Ed.

Muratore G, Rizzo V, Licciardello F, Maccarone E. 2008. Partial dehydration of cherrytomato at different temperature, and nutritional quality of the products. *Food Chem.*, 111(4):887-891.

Ochoa-Reyes E, Ornelas-Paz JJ, Saúl Ruiz-Cruz S, Ibarra-Junquera V, Pérez-Martínez J, Guevara-Arauz JC, Aguilar CN. 2013. Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). *Biotecnia*, XV (2): 39-46.

Organización Internacional ISO (1 de septiembre de 2005). Norma Internacional ISO 22000. Sistemas de gestión de la Inocuidad de los alimentos.

Owens WG. 2001. Wheat, corn and coarse grains milling. En: W. G. Owens (ed). Cereals processing technology. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge England CRC Pub. Boca Raton, USA.

Pacheco-Delahaye, E, Maldonado R, Pérez E, Schroeder M. 2008. Production and characterization of unripe plantain (*Musa paradisiaca L*) flours. *INTERCIENCIA*, 33(4):290-296.

Palomino C, Molina Y, Pérez E. 2010. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *Revi.FAGRO-UCV*, 36 (2): 58-66.

Pérez Herrera A. 2006. Construcción de un secador de charolas giratorio y su valoración con ajo (*Allium sativum L.*). Tesis de Grado para obtener título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxtepec, México.

Pérez E, Gutiérrez ME, Pacheco de Delahaye E, Tovar, J., Lares M. 2007a. Production and characterization of *Xanthosoma sagittifolium*, and *Colocasia esculenta* flours. *J. Food Sci.*, 72 (6):S367-S372.

Pérez E. Lares M., González Z., Tovar J. 2007 b. Production and characterization of cassava (*Manihot esculenta Crantz*) flours using different thermal treatments. *INTERCIENCIA*, 32(9):615-619.

Pérez EE., Pacheco de Delahaye E. 2005a. Características químicas, físicas y reológicas de la harina y el almidón nativo aislado de *Ipomoea batatas* Lam. *Acta Cient.*, 56(1):12-20.

Pérez Sira E.E., Pacheco de Delatare E. 2005b. Capítulo 20. Almidones modificados de raíces y tubérculos tropicales. En: Carbohidratos en Alimentos Regionales Iberoamericanos. Ed. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Ed. Franco M. Lajolo; Elizabeth Wenzel de Menezes, pp. 467- 518

Pérez EE, Mahfoud A, Domínguez CL, Guzmán R. 2013. Roots, tubers, grains and bananas; flours and starches. Utilization in the development of foods for conventional, celiac and phenylketonuric consumers.. *Food Proc.& Techn.*, 4 (3)1-6.

Pérez Sira, EE. 2007. Raíces y Tubérculos. En: De tales harinas, tales panes. Granos harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Ed. León AE.; Rosell CM. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, (CYTED) Córdoba, Argentina. pp. 363-401.

Pérez Sira, EE., Sívoli L., Guzmán R. 2009. Procesos de obtención de harina de maíz no nixtamalizada y sus usos. En: Eds. Ribotta P, Tadini C. Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados. Editorial Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba., pp 207-234.

Potter, NN. 1984. Food Science. 3rd Edition. AVI Publishing Co. Westport, Conn..

Sívoli LJ., Ciarfella AT, Pérez EE. 2014. Functional and Nutritional Characterization of Cassava Flours for Industrial Applications. pp 25-50. En: Cassava: Production, Nutritional Properties and Health Effects. Ed Molinari FP. Nova Publishers.

Subramanian S, Viswanathan R. 2007. Bulk density and friction coefficients of selected minor millet grains and flours. *Journal of Food Engineering*, 8:118-126.

Zapata Montoya J, Castro Quintero G. 1999. Deshidratación osmótica de frutas y vegetales *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*. 52(1):451-466.



PROYECTO **MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL**

HARINAS Y  
ALMIDONES  
**DE FUENTES NO  
CONVENCIONALES:  
ELABORACIÓN  
Y USOS**



**INTI**



**Unión Europea**

Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional  
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212  
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490  
Fax (54 11) 4752 5919  
[www.ue-inti.gob.ar](http://www.ue-inti.gob.ar)



**Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación**