

DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CÁSCARAS DE VEGETALES PARA USO COMO MATERIA PRIMA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS

Alma Verónica García Barrera

Máster en Sistemas de Calidad y Productividad. Ingeniera Química. Docente Investigadora Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Email: alma.garcia@itca.edu.sv

Salomé Danilo Ventura Santos

Licenciado en Educación. Docente Escuela de Tecnología en Alimentos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Email: sventura@itca.edu.sv

José Roberto Mendoza Hernández

Licenciado en Nutrición. Docente Escuela de Tecnología en Alimentos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Email: roberto.mendoza@itca.edu.sv

Recibido: 27/03/2019 - Aceptado: 09/04/2019

Resumen

En esta investigación aplicada, desarrollada por la Escuela de Ingeniería Química y la Escuela de Tecnología en Alimentos, se presentan alternativas para utilizar cáscaras de vegetales como materia prima para la elaboración de productos alimenticios. Para lograrlo se utilizaron cáscaras de papa, plátano y restos de repollo de la Cafetería Escuela de ITCA – FEPADE. Estos fueron procesados para transformarlos en polvos, a los cuales se les practicaron análisis físico químicos, bromatológicos y microbiológicos. Se utilizaron métodos gravimétricos e instrumentales, espectrofotometría de absorción atómica y molecular. Resultado de esos análisis se determinó que: los polvos son productos inocuos, que su tamaño de partícula es mayor a las 212 micras (tamices acoplados). Además, el análisis reveló que el polvo con mayor aporte nutricional es el proveniente de la cáscara de plátano con contenido de carbohidratos (23.74%), hierro (63.83 mg), potasio (47.82 mg) y calcio (54.03 mg). Del polvo de cáscara de papa se destaca su contenido de hierro (110.58 mg). Los polvos se utilizaron como materia prima combinada con harinas de trigo, sorgo y maíz para preparar productos alimenticios. Se evaluaron sus características sensoriales a través de un grupo focal. También, como producto de esta investigación, se desarrolló una guía de manipulación de los restos vegetales y un recetario con información nutricional de los productos elaborados. Se concluyó que los polvos obtenidos son aptos para ser utilizados como materia prima de productos alimenticios y se recomienda particularmente el polvo obtenido de la cáscara de plátano por su riqueza nutricional en cuanto a contenido de carbohidratos, hierro y potasio.

Palabras clave

Análisis bromatológico, cáscaras vegetales, química de los alimentos.

DIVERSIFICATION OF FOOD PRODUCTS BASED ON VEGETABLE HUSKS FOR USING AS RAW MATERIAL IN FOOD PREPARING

Abstract

In this applied research developed by the School of Chemical Engineering and the School of Food Technology, alternatives are presented to use vegetable husks as raw material for the elaboration of food products. In order to achieve this, potato and banana peels, and cabbage remains from Cafeteria Escuela ITCA-FEPADE were used. These were processed to transform them into powders, which were subjected to physical, chemical, bromatological and microbiological analysis. Gravimetric and instrumental methods, atomic and molecular absorption spectrophotometry were used. The result of these analysis was that powders are innocuous products which particle size is greater than 212 microns (coupled sieves). In addition, the analysis revealed that the powder with the greatest nutritional contribution comes from banana due to his carbohydrate content (23.74%), iron (63.83 mg), potassium (47.82 mg) and calcium (54.03 mg). From potato peel powder, it stands out its iron content

(110.58 mg). The powders were used as a raw material combined with wheat, sorghum and corn flours to prepare food products. Their sensory characteristics were evaluated through a focal group. Also, as product of this research, a guide for the manipulation of vegetable remains and a recipes book with nutritional information of the produced products were developed. It was concluded that the powders obtained are suitable for using as raw material in food preparing and the powder obtained from the banana peel is particularly recommended for its nutritional richness in terms of carbohydrate, iron and potassium content.

Keyword

Bromatological analysis, vegetable husks, food chemistry.

Introducción

Este proyecto se enfocó en la elaboración de alimentos a partir de cáscaras de papa, plátano y restos de repollo, transformándolas en polvos para combinar con harinas-almidón, a fin de presentar alternativas de aprovechamiento de recursos en la industria restaurantera.

Los resultados de esta investigación han permitido concluir que las materias primas tradicionales denominadas harinas, pueden enriquecerse con macro y micronutrientes a partir de cáscaras sobrantes de vegetales de consumo diario.

La parte experimental inició con la caracterización de los desechos orgánicos generados en la Cafetería Escuela de ITCA-FEPADE; luego, las cáscaras de papa, plátano y restos de repollo se procesaron para convertirlos en polvos, a los cuales se les realizaron análisis microbiológico y bromatológico, como parte del control de calidad y para poder realizar recetas aptas para el consumo humano. Con estos resultados se dio origen a la propuesta de crear recetas de cocina, entre las que se incluyen cremas, atoles, pastas, pan, crepas, galletas, entre otras, que se incluyeron en el recetario.

Los resultados de la investigación han generado expectativas para el sector agroindustrial a través del Parque Tecnológico de Agroindustria PTA, ya que tienen un potencial muy alto para poder desarrollar este rubro.

Desarrollo

A. Metodología

Es una investigación de tipo experimental y retrospectiva, además de poseer un carácter exploratorio. A los polvos provenientes de la molienda de las cáscaras desecadas se les realizaron las siguientes determinaciones fisicoquímicas: tamaño de partícula, con tamices acoplados; cenizas y humedad, método gravimétrico; carbohidratos, método fenol sulfúrico; proteínas, Método Kjeldahl; grasas, Método Soxhlet; contenido de hierro, potasio, calcio y zinc, por

espectrofotometría de absorción atómica. Además, se evaluó la inocuidad de los sustratos obtenidos por medio de análisis microbiológico, coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras. Por último, se evaluaron las características sensoriales de los productos formulados con los polvos de restos de vegetales, a través de un grupo de enfoque.

B. Parte experimental

Se desarrolló en los laboratorios de las Escuelas de Tecnología en Alimentos y de Ingeniería Química de ITCA - FEPADE y en el laboratorio de Desarrollo de Nuevo Producto del Parque Tecnológico en Agroindustria, PTA. La parte experimental buscaba caracterizar los desechos orgánicos de la Cafetería Escuela de la institución para determinar cuales tenían mayor potencial de ser utilizados como materia prima. Luego se evaluó la calidad nutricional de los polvos obtenidos por medio de un análisis bromatológico y su inocuidad a través de análisis microbiológicos. Además, se desarrollaron productos alimenticios conservados y no conservados, a los cuales se les valoraron sus propiedades sensoriales por medio de un grupo de enfoque. Se realizó en las siguientes etapas:

C. Caracterización de desechos orgánicos de la Cafetería Escuela de ITCA - FEPADE

Con la finalidad de conocer qué residuos de la Cafetería Escuela institucional tenían mayor potencial para ser aprovechados, se procedió a segregar y pesar las cáscaras y restos vegetales del establecimiento durante una semana laboral. Los resultados son los siguientes:

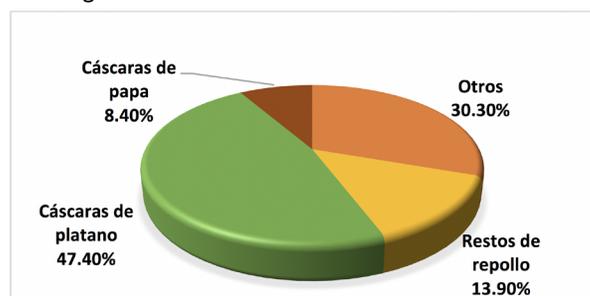


Figura 1. Porcentaje del peso de los restos vegetales generados en Cafetería Escuela. [Elaboración propia].

Al apreciar estos resultados, se tomó la decisión de procesar los restos de vegetales siguientes: cáscara de plátano, cáscaras de papa y restos de repollo (centros y hojas externas).

D. Recolección, tratamiento y pulverización de las cáscaras de plátano, papa y restos de repollo

Los restos vegetales fueron separados desde el origen, se limpiaron luego se desinfectaron y se secaron en estufas eléctricas a temperaturas con un rango de 65 °C a 105 °C, por último, se pulverizaron con un procesador de alimentos industrial y se tamizaron. Posteriormente fueron conservadas en recipientes plásticos etiquetados. En el esquema siguiente se muestran imágenes de este procedimiento:



Figura 2. Elaboración de polvos de cáscaras y restos de vegetales. [Elaboración propia].

E. Rendimiento del proceso de obtención de polvos de cáscaras de vegetales.

Con el fin de cuantificar el porcentaje de masa aprovechada de las cáscaras de plátano, papa y restos de repollo, se realizaron varias pesadas a lo largo de todo el proceso de transformación. Se muestra como ejemplo, un esquema con los resultados del balance de masa de polvo de cáscara de plátano.

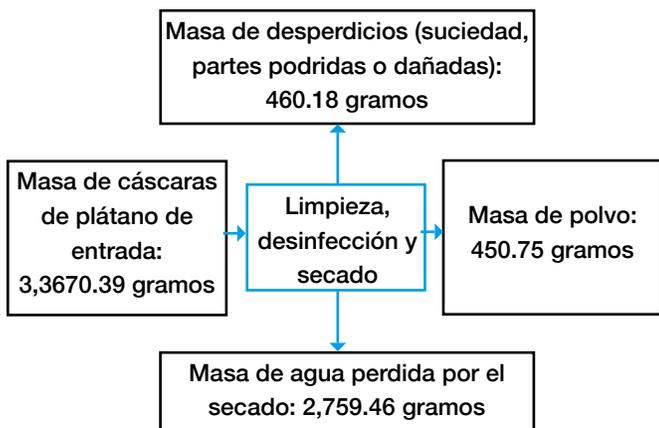


Figura 3. Balance de masa de obtención de polvo de cáscara de plátano. [Elaboración propia].

En la siguiente tabla resumen se detalla el rendimiento por cada sustrato y la masa de cáscaras necesaria para obtener un kilogramo de polvo.

Tabla I.
Masas de cáscaras a procesar vs. Masas de polvos a obtener

	% Rendimiento	Masa de cáscaras necesarias para obtener un kilogramo de polvo (producto terminado)
Cáscaras de plátano	12.28	8.14 kg
Cáscaras de papa	13.26	7.54
Restos de repollo	8.24	12.14 kg

Resultados

A. Pruebas microbiológicas de polvos procesados

Como parte del control de calidad del producto obtenido, se les realizó un estudio microbiológico para evaluar su inocuidad. Los microorganismos que se analizaron fueron: coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras. Los resultados se muestran en la Tabla II.

Tabla II.
Resultados de análisis microbiológicos a polvos de restos vegetales

	Cáscara de plátano	Cáscara de papa	Restos de repollo	Límite máximo RTCA 67.04.50:08.
E. Coli AOAC Método Oficial 991.14	Ausencia	Ausencia	< 50 UFC/g	< 3 NMP/g
Coliformes Totales Método Oficial AOAC 991.14	Ausencia	Ausencia	< 50 UFC/g	No especifica
Mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia	< 50 UFC/g	No especifica

A partir de estos resultados, puede deducirse que estos polvos no representan riesgo de contaminación microbiológica para el producto alimenticio del cual formarían parte.

B. Pruebas físicas: tamaño de partícula

La granulometría de una mezcla en polvo puede determinar la textura y facilidad de integrarse con otros ingredientes de un producto alimenticio. Esta prueba se realizó en el laboratorio del Parque Tecnológico en Agroindustria, PTA y estos son los resultados:

Tabla III.
Resultados de granulometría de muestras de polvo de restos de vegetales

Tipo de polvo	Granulometría	
	(μm)	Mesh
Polvo de cáscara de plátano testigo sin fecha	425	40
Polvo de cáscara de plátano testigo sin fecha	425	40
Polvo de cáscara de plátano (17-21 sept.)	250	60
Polvo de repollo testigo sin fecha	425	40
Polvo de repollo 1 (17-21 sept.)	425	40
Polvo de repollo 2 (17-21 sept.)	250	60
Polvo de cáscara de papa (2-3 julio)	425	40
Polvo de cáscara de papa 1 (17-21 sept.)	425	40
Polvo de cáscara de papa 2 (17-21 sept.)	250	60

De acuerdo con lo especificado en el “Reglamento Técnico Centroamericano NSO RTCA 67.01.15:06. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones” [1], el tamaño de partícula para la harina de trigo, debe ser tal que el 98% de la harina pase a través de un tamiz N° 70 (212 μm). Por los resultados obtenidos en las muestras de polvos, en todos los casos el tamaño de partícula es mucho mayor a las 212 micras; lo cual influye grandemente en la textura del producto final.

C. Pruebas fisicoquímicas: determinación de cenizas y humedad

Ambas pruebas se realizaron por método gravimétrico. Los resultados de ambas pruebas se muestran a continuación.

Tabla IV.
Resultados de análisis de cenizas y humedad a muestras de polvos de restos de vegetales

	% Promedio de cenizas	% Promedio de humedad.
Polvo de cáscara de papa	6.23%	1.72%
Polvo de cáscaras de plátano	10.76%	1.10%
Polvo de restos de repollo	7.57%	2.19%

Tomando como referencia el “NSO RTCA 67.01.15:06. Harina de Trigo Fortificada” [1], puede verse que el porcentaje máximos de cenizas es 1% p/p. El contenido de cenizas de los polvos de restos de vegetales, en todos los casos, es mucho mayor. Esto puede deberse a que las cáscaras de las frutas y verduras suelen contener mayor cantidad de nutrientes (fibra y minerales) que la pulpa; por lo cual se espera que esto se vea reflejado en un mayor porcentaje de cenizas que la harina de trigo.

En cuanto a la humedad, el RTCA expresa que en harinas debe ser un máximo de 14.0%; por lo tanto, los polvos de restos de vegetales procesados cumplen con esta especificación.

D. Análisis bromatológico: macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas).

Carbohidratos

Se determinaron por espectrofotometría de absorción molecular, espectro visible, por el método de fenol sulfúrico. Para ello fue necesario elaborar una curva de calibración de soluciones estándares de glucosa (Ver gráfico siguiente). Este análisis es importante debido a que los carbohidratos son macronutrientes indispensables en la dieta de una persona. Los resultados son:

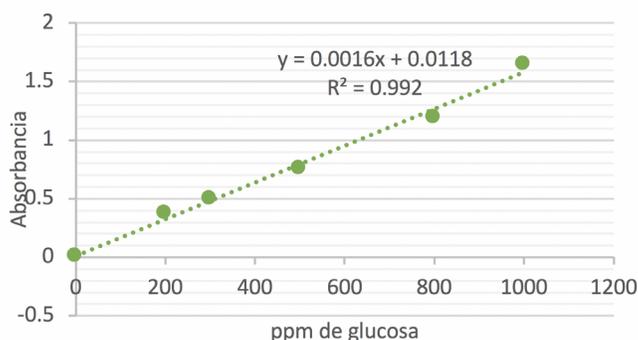


Figura 4. Curva de calibración para carbohidratos (como glucosa) a 540 nm. [Elaboración propia]

Las concentraciones respectivas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla V.
Resultados de carbohidratos totales (como glucosa)

Polvo	% p/p promedio
Cáscara de papa	4.51%
Cáscara de plátano	23.74%
Restos de repollo	4.43%

De los polvos analizados, el que mayor contenido de carbohidratos presenta es el obtenido de la cáscara de plátano. Este resultado no es de extrañar debido a que se utilizaron cáscaras de frutos maduros y en ese punto, la concentración de carbohidratos, específicamente de almidones, es mayor.

Grasas

Los lípidos o grasas también son un componente mayoritario en la composición de un alimento, y pueden definir la calidad nutritiva del mismo. Para su cuantificación se utilizó el Método Soxhlet. Estos son los resultados:

Tabla VI.
Resultados globales de porcentaje de grasas en muestras de polvos

	% Grasas (en peso/peso)
Cáscara de papa deshidratadas	15.42
Cáscara de plátano deshidratadas	25.33
Restos de repollo deshidratado	16.82

En todos los casos, las muestras reportan valores inusualmente altos. Esto se podría deber a que, si bien es cierto las cáscaras contienen ácidos grasos libres y ceras en proporciones que no son despreciables, también hay presencia de compuestos resinosos que pudieron haber sido interferentes en el proceso de cuantificación de las grasas.

Proteínas

La cantidad de proteínas contenida en las muestras de cáscaras deshidratadas se determinó por el Método Kjeldahl. Estos compuestos son de gran importancia nutricional, pues forman parte de los cartílagos y músculos del cuerpo. Los resultados de la determinación son los siguientes:

Tabla VII.
Resultados de determinación de proteínas en muestras de polvos

	% Proteínas
Polvo de cáscaras de papa	0.66
Polvo de cáscara de plátano	5.03
Polvo de restos de repollo	0.53

Como puede verse, de las tres muestras, la que presenta el mayor contenido de proteínas es el polvo de cáscara de plátano.

E. Análisis bromatológico: micronutrientes (hierro, potasio, calcio y zinc)

Los micronutrientes son sustancias que nuestro organismo necesita en pequeñas dosis. En este estudio solo se determinaron los siguientes minerales: hierro, potasio, calcio y zinc. Se cuantificaron por medio de espectrofotometría de absorción atómica.

Como resultados de los análisis por absorción atómica, se determinó la concentración de micronutrientes en las tres muestras, tal como se observa en la Tabla VIII.

Tabla VIII.
Concentración de micronutrientes en polvos de cáscaras vegetales (100 gramos base seca)

Determinación	Polvo de cáscara de plátano	Polvo de cáscara de papa	Polvo de restos de repollo
Hierro	63.83 mg	110.58 mg	39.76 mg
Potasio	47.82 mg	29.58 mg	32.27 mg
Calcio	54.03 mg	24.00 mg	22.33 mg
Zinc	0.71 mg	0.39 mg	1.68 mg

F. Aportes del equipo de investigación del PTA

Con el fin de enriquecer esta investigación, se trabajó en asocio colaborativo con el equipo de investigación del Parque Tecnológico en Agroindustria PTA, conformado por profesionales expertas en el área de la formulación de productos para la industria alimentaria. Se les entregaron 2.5 kilogramos de muestras de cada polvo, producidos en ITCA – FEPADE. En el PTA se les practicó análisis granulométrico y se utilizaron como materia prima de premezclas con sorgo para formular y elaborar productos alimenticios conservados, tales como:

- Galleta de polvo de cáscara de plátano.
- Barra nutritiva de polvo de cáscara de plátano.
- Infusión de polvo de cáscara de papa con sabor a mango.

El equipo de investigadoras entregó un informe con la ficha técnica, descripción y diagrama de flujo del proceso de elaboración, así como la vida útil y recomendaciones de empackado para cada producto formulado y elaborado en el PTA.

G. Fichas técnicas de las premezclas

Las premezclas se realizaron en la Cafetería de la Escuela de Tecnología en Alimentos, se eligió la harina de trigo como componente por su disponibilidad en el mercado, no es un producto difícil de encontrar. Las proporciones utilizadas se presentan a continuación:

Tabla IX.
Ficha técnica de las premezclas de polvos con harina de trigo

Producto base	Porcentaje en peso	Polvo utilizado	Porcentaje en peso
Harina de trigo	75%	Plátano	25%
Harina de trigo	85%	Repollo	15%
Harina de trigo	75%	Papa	25%

H. Descripción del proceso de elaboración de premezclas en la Cafetería Escuela

- Se realizaron premezclas con polvos de plátano, papa, repollo y harina de trigo, como se muestra en la Tabla IX. Los porcentajes de las premezclas fueron los recomendados por expertas del PTA.
- Posteriormente se creó una propuesta inicial de 25 recetas de alimentos, considerando las propiedades del olor, sabor y texturas de cada premezcla. Luego se redujo a 16 recetas, a las que se les realizaron pruebas sensoriales o hedónicas a través de la técnica cualitativa de grupo focal para obtener las opiniones de la percepción de las recetas elaboradas.
- Se calculó el valor nutricional de cada receta considerando los siguientes elementos.
 - ◆ Calorías
 - ◆ Proteínas (g)
 - ◆ Carbohidratos (g)
 - ◆ Grasas (g)
 - ◆ Sodio (mg)
 - ◆ Colesterol (mg)
 - ◆ Fibra (g)

Los datos se obtuvieron de la tabla de composición química de INCAP [2], según las cantidades que se necesitan en la receta y se calculan por regla de tres simple.

Valores calculados para las recetas

Alimento	Cantidad (g)	Calorías	CHON (g)	GRASA (g)	CHO (g)	Colesterol (mg)	Sodio (mg)
Papa	460	354.2	9.292	0.414	80.362	0	27.6
Agua	2000	0	0	0	0	0	0
Sal	10	0	0	0	0	0	38.55
Queso mozzarella	120	360	26.604	26.82	2.628	94.8	752.4
Huevo	120	176.4	15.096	11.928	0.924	507.6	168
**Polvo de papa	120	190.8	0.792	18.504	5.412	0	0
Aceite vegetal	240	2121.6	0	240	0	0	0
TOTAL	3070	3203	51.784	297.666	89.326	602.4	986.55
Por porción (120 g la porción)	120	125.19	2.02	11.63	3.49	23.54	38.56

Figura 4. Ej. Croqueta con premezcla de papa

I. Proceso de selección de las recetas.

Las recetas se desarrollaron en un laboratorio de cocina de la Escuela de Tecnología en Alimentos, con la participación de estudiantes y docentes de la carrera de Técnico en Gastronomía. Las 16 recetas seleccionadas se mencionan a continuación:

- Pan cake con premezcla de plátano.
- Pan cake con premezcla de repollo.
- Cup cake con premezcla de plátano.
- Crepas con premezcla de repollo.
- Crepas con premezcla de plátano.
- Galletas con premezcla de plátano.
- Pan bollo con premezcla de repollo.
- Pan dulce con premezcla de plátano.
- Atol con premezcla de plátano.
- Crema con premezcla de papa.
- Jalea de plátano.
- Pasta fresca con premezcla de papa.
- Ravioli con premezcla de papa.
- Velouté con premezcla de repollo.
- Croquetas con premezcla de papa.
- Croquetas con premezcla de repollo.

Todas las recetas elaboradas, degustadas y evaluadas se incluyeron en el libro de recetas desarrollado por el equipo de investigadores de ITCA-FEPADE, incluyendo el valor nutricional de cada una.



Figura 6. Participantes en grupo focal.

Análisis de los resultados

A. Rendimiento del proceso de obtención de polvos

De acuerdo con los datos recopilados del proceso de deshidratado de cáscaras de plátano, papa y repollo, se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla X.

Rendimientos globales del proceso de obtención de los polvos de restos de vegetales

Proceso	Rendimiento
Obtención polvo cáscara de plátano	12.28 kg de polvo/100 kg de cáscara
Obtención polvo cáscara de papa	13.26 kg de polvo/100 kg de cáscara
Obtención polvo restos de repollo	8.24 kg de polvo/100 kg de restos

Como se aprecia en la tabla anterior, los rendimientos obtenidos son bajos, lo cual quiere decir que en el proceso de elaboración de polvos de cáscaras de plátano, papa y restos de repollo se requieren grandes cantidades de materia prima para producir cantidades significativas de producto final.

B. Inocuidad del proceso y del producto terminado

Por los resultados obtenidos en las pruebas microbiológicas, en las que se detectó ausencia de microorganismos patógenos y conforme a lo estipulado en el Reglamento Técnico Centroamericano “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Subgrupo 4.2.2 frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas” [3], se puede decir que los polvos de restos de vegetales cumplen con los requisitos microbiológicos de la normativa local. Además se puede concluir que en el proceso de transformación de restos de vegetales a polvos, se siguieron las Buenas Prácticas de Manufactura, elaborando un producto inocuo en términos microbiológicos.

C. Características fisicoquímicas de los polvos obtenidos

En cuanto a características como: tamaño de partícula, porcentajes de humedad y cenizas, los polvos obtenidos, difieren grandemente de la harina de trigo, que es el otro sustrato con el que se fabricaron las premezclas. Esto no es un defecto, pero podría generar problemas a la hora de integrar los polvos con la harina y originar algunas características que podrían disgustar al consumidor final, tales como apariencia heterogénea, grumos en la premezcla, textura de los alimentos “arenosa”, entre otros.

D. Valor nutricional de los polvos obtenidos.

Se tomaron como referencia documentos y recomendaciones de la FAO/OMS [4] [5] y de la Food and Nutrition Board (Estados Unidos) [6] [7], en cuanto a cantidades diarias recomendadas de los nutrientes contemplados en este estudio. Se puede decir que de los polvos obtenidos, el que presenta aportes significativos en casi todos los nutrientes es el polvo de cáscara de plátano, resultado que no es sorprendente, pues la materia prima utilizada consistió en cáscaras de plátanos maduros y se sabe que en esta fase, el fruto y su cáscara también albergan la mayor cantidad de nutrientes. En cuanto a los polvos de cáscaras de papa y de restos de repollo, su aporte es más modesto, pero no es despreciable, sobre todo llama la atención su relativo alto contenido de minerales potasio y hierro, los cuales son indispensables para el funcionamiento correcto de nuestro organismo.

Conclusiones

- » Se logró comprobar la hipótesis planteada en este estudio, pues los polvos obtenidos de las cáscaras deshidratadas se pudieron utilizar como materia prima para la elaboración de diversos productos alimenticios, conservados, PTA y no conservados, ITCA-FEPADE.
- » La importancia de este estudio radica en que se utilizó materia prima considerada como sub productos e incluso como desechos en la industria alimentaria y se demostró que es posible reciclarlos.
- » Con los resultados del proyecto se brinda información valiosa para establecimientos como restaurantes o cocinas industriales, que busquen aprovechar al máximo sus recursos y minimizar la generación de desechos.
- » Los polvos de cáscara de plátano, papa y restos de repollo elaborados en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, cumplen con los requisitos microbiológicos estipulados en el Reglamento Técnico Centroamericano. “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos” [3]. Por lo tanto, son productos inocuos, aptos para ser usados como materia prima en la elaboración de alimentos.
- » Tomando como referencia las recomendaciones de la FAO/OMS y de la Food and Nutrition Board (Estados Unidos) [6], en cuanto a cantidades diarias recomendadas de los nutrientes contemplados en este estudio, se puede concluir que el polvo obtenido de la cáscara de plátano presenta gran riqueza nutricional en cuanto a contenido de carbohidratos (23.74%), grasas (25.33%), proteínas (5.03%), hierro (63.83 mg), potasio (47.82 mg), zinc (0.71 mg) y calcio (54.03 mg). Del polvo de cáscara de papa se destaca su contenido de carbohidratos (4.51%), grasas (15.42%), proteínas (0.66%), hierro (110.58 mg), potasio (29.58 mg), zinc (0.39 mg) y calcio (24.00 mg). Del polvo de los restos de repollo se puede decir que no presenta aportes relevantes en cuanto a macro o micro nutrientes analizados en este estudio, los cuales son: carbohidratos (4.43%), grasas (16.82%), proteínas (0.53%), hierro (39.76 mg), potasio (32.27 mg), zinc (1.68 mg) y calcio (22.33 mg).
- » Los bajos rendimientos obtenidos en el proceso de elaboración de los polvos se deben a que los restos vegetales tienen una gran cantidad de agua en su composición, especialmente el repollo. Si se busca replicar este proyecto a gran escala, es importante considerar este punto, el cual puede ser solventado con

una etapa de pre secado, utilizando alternativamente energía solar en lugar de estufas eléctricas.

Recomendaciones

- ✓ Considerar la utilización del polvo de la cáscara de plátano en la bio fortificación de premezclas para panificación o bebidas instantáneas por su gran contenido nutricional y su agradable sabor.
- ✓ Para la producción a gran escala de polvo de la cáscara de plátano y la obtención de materia prima deberá identificarse las mejores estrategias para la recolección y procesamiento.

Referencias

- [1] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Reglamento Técnico Centroamericano NSO RTCA 67.01.15:06. “Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones”, 2006.
- [2] M. M. H. Menchu, Tabla de composición de alimentos INCAP. Guatemala: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2007.
- [3] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08. “Alimentos Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos”, 2008.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Grasas y ácidos grasos en la nutrición humana. Consulta de expertos., FAO, Ed., 2008, p. 204.
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Los carbohidratos en la nutrición humana, FAO. Ed., 1999, p. 152.
- [6] Food and Nutrition Board, «Dietary Reference Intakes (DRIs): Elements,» n.d.
- [7] Food and Nutrition Board, «Dietary Reference Intakes: Macronutrients,» n.d.