

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CÁSCARAS DE VEGETALES PROCESADAS COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

En asocio colaborativo con el Parque Tecnológico de Agroindustria PTA

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:  
INGA. ALMA VERÓNICA GARCÍA BARRERA**

**DOCENTES CO INVESTIGADORES:  
LIC. SALOMÉ DANILO VENTURA SANTOS  
LIC. JOSÉ ROBERTO MENDOZA HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

**ENERO 2019**



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CÁSCARAS DE VEGETALES PROCESADAS COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

En asocio colaborativo con el Parque Tecnológico de Agroindustria PTA

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:  
INGA. ALMA VERÓNICA GARCÍA BARRERA**

**DOCENTES CO INVESTIGADORES:  
LIC. SALOMÉ DANILO VENTURA SANTOS  
LIC. JOSÉ ROBERTO MENDOZA HERNÁNDEZ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

**ENERO 2019**

### **Rectora**

Licda. Ely Escolar SantoDomingo

### **Vicerrector Académico**

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

### **Vicerrectora Técnica Administrativa**

Inga. Frineé Violeta Castillo

### **Dirección de Investigación y Proyección Social**

Ing. Mario Wilfredo Montes, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Sra. Edith Aracely Cardoza de González

### **Directora de Escuela de Ingeniería Química**

Lcda. Cecilia Elizabeth Reyes de Cabrales

### **Directora de Escuela de Tecnología en Alimentos**

Lcda. Nancy Esmeralda Rodríguez Díaz.

664.07

G216d

SV

García Barrera, Alma Verónica, 1979 -

Diversificación de productos alimenticios a base de cáscaras de vegetales procesadas como materia prima en la industria de alimentos [recurso electrónico] / Alma Verónica García Barrera, Salomé Danilo Ventura Santos, José Roberto Mendoza Hernández, coaut. -- 1ª ed. - Datos electrónicos (1 archivo : 15000 kb ). -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2019.

1 recurso en línea : col.

Forma de acceso : World Wide Web. URL:

<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

Título tomado de la pantalla de presentación

Datos publicados también en forma impresa

ISBN : 978-99961-50-95-1 (Impreso)

ISBN : 978-99961-50-96-8 (E-Book)

1. Composición de los alimentos. 2. Verduras - Residuos. 3. Alimentos - Análisis. 4. Cocina. I. Ventura Santos, Salomé Danilo. II. Mendoza Hernández, José Roberto, coaut. III. Título.

### **Autores**

Inga. Alma Verónica García Barrera

Lic. Salomé Danilo Ventura Santos

### **Co Autor**

Lic. José Roberto Mendoza Hernández

### **Investigadoras de Parque Tecnológico en Agroindustria**

Msc. Vilma Ruth Calderón de Zacatares.

Inga. Ruth Michelle Medina

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2019

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial  
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

TEL: (503)2132-7423

FAX: (503)2132-7599

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2.	ESTADO DE LA TÉCNICA – ANTECEDENTES .....	6
2.3.	JUSTIFICACIÓN .....	8
3.	OBJETIVOS .....	8
3.1.	OBJETIVO GENERAL .....	8
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4.	HIPÓTESIS – PREGUNTA PROBLEMA.....	9
5.	MARCO TEÓRICO .....	9
5.1.	ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE .....	9
5.2.	RESIDUOS ORGÁNICOS .....	10
	CÁSCARA DE PLÁTANO .....	10
	LA PAPA.....	10
5.3.	PROCESAMIENTO O INDUSTRIALIZACIÓN.....	11
	CÁSCARA DE PAPA.....	11
	EL REPOLLO .....	11
5.4.	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA .....	12
5.5.	CONTROL DE CALIDAD .....	13
5.6.	MÉTODOS DE CONSERVACIÓN.....	14
	MÉTODOS DE CONSERVACIÓN POR TRATAMIENTO FÍSICOS.....	14
6.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
6.1.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	14
6.2.	FASE EXPERIMENTAL .....	15
6.3.	ESQUEMA DE PARTE EXPERIMENTAL.....	16
6.4.	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA CAFETERÍA – ESCUELA.....	16
6.5.	RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS CÁSCARAS Y RESTOS DE VEGETALES.....	17
	CÁSCARAS DE PLÁTANO .....	17
	CÁSCARAS DE PAPA .....	18
	RESTOS DE REPOLLO .....	18
6.6.	PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS A POLVOS DE CÁSCARAS PROCESADAS.....	19
	ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULA .....	19
	PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS (E. COLI, COLIFORMES TOTALES Y MOHOS Y LEVADURAS) .....	19
	DETERMINACIÓN DE CENIZAS .....	20
	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD .....	21
	DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS.....	21
	DETERMINACIÓN DE GRASAS .....	23
	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS.....	24
	DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICRONUTRIENTES POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.....	26

6.7.	ELABORACIÓN DE PREMEZCLAS .....	27
6.8.	ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONSERVADOS Y NO CONSERVADOS CON LAS PREMEZCLAS ....	27
6.9.	PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL Y FOCUS GROUP DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS CON LAS PREMEZCLAS.....	28
7.	RESULTADOS.....	28
7.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA CAFETERÍA ESCUELA Y OBTENCIÓN DE POLVOS .....	28
7.2.	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PARA EL PERSONAL DE COCINA.....	29
7.3.	RENDIMIENTO DEL PROCESO .....	30
7.4.	RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE POLVOS DE CÁSCARAS DESHIDRATADAS.....	33
7.5.	RESULTADOS DE PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS (E. COLI, COLIFORMES TOTALES Y MOHOS Y LEVADURAS).....	34
7.6.	RESULTADOS DE PRUEBAS DE CENIZAS.....	35
7.7.	RESULTADOS DE PRUEBAS DE HUMEDAD .....	36
7.8.	RESULTADOS DE PRUEBAS DE CARBOHIDRATOS .....	36
7.9.	RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE GRASAS.....	38
7.10.	RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS .....	38
7.11.	RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICRONUTRIENTES .....	39
	CONTENIDO DE HIERRO.....	39
	CONTENIDO DE POTASIO .....	41
	CONTENIDO DE CALCIO .....	43
	CONTENIDO DE ZINC.....	45
7.12.	FICHAS TÉCNICAS DE LAS PREMEZCLAS.....	47
7.13.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE LAS RECETAS. ....	47
7.14.	RESULTADOS DE APORTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN DEL PTA.....	49
7.15.	RESULTADOS DE FOCUS GROUP. ....	50
7.16.	RESULTADOS DE PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL Y FOCUS GROUP.....	52
7.17.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	54
	RENDIMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLVOS. ....	54
	INOCUIDAD DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO TERMINADO.....	54
	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS POLVOS OBTENIDOS.....	54
	VALOR NUTRICIONAL DE LOS POLVOS OBTENIDOS.....	54
8.	CONCLUSIONES.....	55
9.	RECOMENDACIONES. ....	56
10.	GLOSARIO .....	57
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
12.	ANEXOS .....	60
12.1.	ANEXO A. CÁLCULOS DE DETERMINACIONES FÍSICOQUÍMICAS DE POLVOS DE RESTOS DE VEGETALES DESHIDRATADOS. ....	60
12.2.	ANEXO B. BITÁCORAS DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLVOS DE RESTOS VEGETALES.....	62
12.3.	ANEXO C. DATOS DE INGESTA DIARIA RECOMENDADA FAO/OMS .....	64
12.4.	ANEXO E. GUÍA PARA LA MANIPULACIÓN DE RESTOS DE VEGETALES Y SU TRANSFORMACIÓN EN POLVOS.....	65
12.5.	ANEXO D. INFORME TÉCNICO DE PRODUCTOS ELABORADOS EN PARQUE TECNOLÓGICO EN AGROINDUSTRIA (PTA) .....	67

## **1. INTRODUCCIÓN**

En esta investigación se presentan alternativas viables para utilizar restos de vegetales generados en restaurantes como materia prima para la elaboración de productos alimenticios. Para lograrlo, se caracterizaron todos los desechos orgánicos de la Cafetería Escuela de ITCA FEPADE, resultando más prometedores los provenientes de las cáscaras de plátano, guineo y restos de repollo. En ese sentido, se comenzó a separar desde el origen dichos restos, y fueron sometidos a diversos procesos de transformación (lavados, desinfección, secado) hasta obtener polvos, a los cuales se les practicaron diversos análisis físico químicos y microbiológicos.

Resultado de esos análisis se determinó que: los polvos son productos inocuos, pues no presentan indicio de contaminación microbiológica (de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos). En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, en los tres casos se detectó que su tamaño de partícula es mayor a las 212 micras, por lo cual se formaron mezclas heterogéneas con la harina de trigo.

Además, el análisis proximal practicado a las tres muestras reveló que, el polvo con mayor aporte nutricional es el proveniente de la cáscara de plátano con un 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). Y 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.

Una vez caracterizados los tres polvos se utilizaron como materias primas, los expertos de la Escuela de Alimentos de ITCA prepararon diversos productos alimenticios con ellas y se evaluaron sus características sensoriales a través de un focus group, del cual se anexan resultados. De la misma forma, se adjunta al final de este documento una guía de manipulación de los restos vegetales y un recetario con información nutricional de los platillos elaborados.

Por último, basados en los resultados obtenidos, se puede decir que los polvos obtenidos de las cáscaras de plátano y papa, y de los restos de repollo son aptos para ser utilizados como materias primas de diversos 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. Dicho sustrato podría tenerse en consideración para la bio fortificación de pre mezclas utilizadas en panificación o bebidas instantáneas

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La preparación de alimentos es una actividad que involucra varios procesos, que inician desde la disposición de la materia prima, el almacenamiento, la distribución para la elaboración, hasta el servicio. También como parte del proceso es la recolección, clasificación y disposición de desechos orgánicos y no orgánicos que se generan a partir de esta actividad. En ese contexto la alta producción de alimentos en la industria, hace que se vuelve compleja la clasificación de desechos que se generan principalmente en la cocina, ya que significa destinar tiempo y recursos; y esa labor puede significar el incremento de los costos en la operación para las empresas, anteponiendo el factor económico antes que el impacto medioambiental que puede causar efectos negativos al país. Ante esa realidad de las empresas en el tema de clasificar y reciclar los desechos que resultan

de la producción de alimentos, en esta investigación se plantea crear un programa de capacitación y sensibilización para el personal de cocina en la importancia de clasificar los desechos o desperdicios que se generan en cocina, principalmente de frutas y verduras; sin alterar los costos, y a partir de esos restos desarrollar subproductos de origen vegetal para que puedan ser utilizados en la preparación de alimentos a nivel de industria y doméstico. Y contribuir de esta forma a los programas de medio ambiente y de sostenibilidad en este rubro.

## **2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA – ANTECEDENTES**

El uso de cáscaras de verduras generadas en las cocinas de hoteles, restaurantes, instituciones y en hogares hasta el momento ha sido utilizado para la elaboración de compost, en el mejor de los casos, o simplemente son echados a la basura. Gran parte de los nutrientes de los vegetales y frutas que consumimos se encuentran depositados en la cáscara de los mismos. Lamentablemente, estos nutrientes no son aprovechados al máximo, ya que, las cáscaras donde se encuentran contenidos son eliminadas al basurero donde son mezclados con residuos no degradables.

A nivel regional, en Perú se realizó el proyecto “Aprovechamiento de la Cáscara de Tuna (Opuntia Ficus Indica) en la Elaboración de Yogurt Griego con Fibra Soluble” (2017), cuya autora: Paula Andrea Doumenz, elaboró un yogurt griego adicionando concentraciones determinadas de cáscara de tuna, evaluando las muestras para determinar cual tenía la mayor aceptación del consumidor. Se preparó la mezcla base de yogurt griego a la cual se le adicionó la mezcla de cáscara de tuna en 3 concentraciones diferentes: 5%, 10% y 15%. La muestra que obtuvo el mayor puntaje y, así mismo, la de mayor aceptación para el público, fue la muestra con 10% de concentración de cáscara de tuna.

Un equipo de investigadores del Colegio de Ingenieros Químicos de Bolivia (CIQB) y de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, desarrolló el proyecto: “Alimentos balanceados y abonos orgánicos a partir de cáscaras de frutas y hortalizas”, en la cual se realizó un análisis de los desechos generados en la elaboración de alimentos diarios como cáscaras de la papa, plátano, huevo, arveja, haba, nabo, zanahoria, naranja, mandarina, etc. Las cáscaras fueron recolectadas, seleccionadas, pesadas y luego sometidas a un proceso de secado, posteriormente las muestras fueron trituradas y molidas hasta garantizar un mezclado homogéneo. El análisis Físico –Químico y Microbiológico, reporto un contenido de proteína de 9.82%, hidratos de carbono 65.7%, Fibra 9%, calcio 7.58%, fósforo 178mg/100g, hierro 35.1 mg/100g, sin presencia de Salmonella, lo que garantiza su uso como suplemento de abono orgánico y alimento balanceado animal.

Las investigaciones en nuestro país relacionadas a la alimentación y reciclaje, han sido enfocadas en la generación de un solo producto, por ejemplo “ESTUDIO PROXIMAL COMPARATIVO DE LA CÁSCARA Y PULPA DEL PLÁTANO (Musa paradisiaca) PARA SU APROVECHAMIENTO COMPLETO EN LA ALIMENTACION HUMANA Y ANIMAL” (UES 2001). Es importante citar que los componentes de nuestra investigación se enfocan en contribuir con problemas sensibles en nuestra sociedad como medio ambiente, salud o la seguridad alimentaria.

### **Patentes.**

En cuanto a patentes que involucren el re uso de los desechos vegetales, se tienen:



**La arena para gatos preparada mediante la reutilización de basura urbana y el método de preparación de arena para gatos.**

Inventor: Gang Cheng

Aplicante: Play Corp U

No de aplicación: CN20141684634 20141125

La invención divulga la arena para gatos preparada por la reutilización de basura urbana y un método de preparación de la arena para gatos. El método de preparación comprende específicamente los pasos de romper y desecar la basura de frutas y verduras y la escoria de patata, y luego carbonizar sin oxígeno para formar un producto de carbón activo múltiple, en el que la basura de frutas y verduras consiste principalmente en cáscaras de frutas y vegetales.

**Alimento para cerdos ecológico.**

Inventor: YU QIONG

Aplicante: LIUZHOU DEXIN FARM

No de aplicación: CN20171232090 20170411

La invención se refiere a la alimentación ecológica de cerdos que comprende, en peso, 200 partes de harina de soja, 180 partes de harina de maíz, 120 partes de granos de destilería, 3 partes de sal, 7 partes de aceite vegetal, 4 partes de harina de aguja de pino, 10 partes de harina de pescado, 12 partes de harina de cáscara de sandía seca, 3 partes de cáscaras de taro, 100 partes de harina de tallo de batata seca y 1 parte de jengibre fresco.

**Extracto de cáscara de fruta compuesta que tiene eficacia para disminuir los lípidos y proteger el hígado.**

Inventor: ZHANG KECHI

Aplicante: FUJIAN WANYIDIAN ZHONGDIAN E COMMERCE CO LTD

No de aplicación: CN20151286315 20150530

La invención divulga un extracto de cáscara de fruta compuesta, que tiene la eficacia de disminuir los lípidos y proteger el hígado. Debido a que las cáscaras de frutas y verduras se desperdician en el proceso de procesamiento de frutas y verduras, se utilizan remanentes de cáscara de castaña, cáscara de uva, cáscaras de espárragos y cáscaras de naranja como materias primas, las materias primas son separadas extraídas, y se congelan, se secan, se trituran y se mezclan para preparar el extracto de cáscara de fruta compuesta. El extracto de cáscara de fruta compuesta preparada tiene mejores funciones para reducir los lípidos, y es adecuado para la preparación de medicamentos o productos para la salud, que se usan para prevenir y tratar hígado graso; además, el extracto de cáscara de fruta compuesta también tiene efectos variados en el cuidado de la salud que estimulan el estómago para promover la digestión, resistir bacterias, resistir la inflamación y similares, por lo que las perspectivas de desarrollo son amplias.

## 2.3. JUSTIFICACIÓN

La alta producción de alimentos en la industria, provoca cantidades de desechos entre biodegradables y no biodegradables, lo cual se vuelve en un problema para el medioambiente y para los empresarios en términos económicos, ante esa situación real, se plantea crear un programa de que permita desarrollar subproductos a partir de desechos orgánicos de origen vegetal y a la vez sensibilizar a las personas que trabajan en la preparación de alimentos en manejo de desechos orgánicos, crear una cultura de clasificación de desechos que se generan en las cocinas de negocios de alimentos, y a partir de esa clasificación trabajar con las cáscaras de vegetales, para crear materia prima que sean utilizadas como alternativas de materias primas en la preparación de alimentos, y de esta forma contribuir al interés por el reciclaje y a la economía de los propietarios de estos negocios.

Por último, no hay que perder de vista, que dos de los ocho objetivos del milenio son: 1) erradicar la pobreza extrema y el hambre y 7) garantizar la sostenibilidad del medio ambiente; por lo que es importante que como institución educativa se generen alternativas innovadoras con el fin de contribuir al desarrollo sostenible, no solo de nuestra comunidad educativa, sino que también de la sociedad salvadoreña.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener materia prima para elaborar diversos productos alimenticios, a partir del tratamiento fisicoquímico y microbiológico de cáscaras de vegetales generadas en el sector restaurantero.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Transformar las cáscaras de vegetales por medio de procesos fisicoquímicos para generar materia prima que servirá de base para formular productos alimenticios.
- Establecer las condiciones del procesamiento de los desechos vegetales (pH, temperatura, viscosidad, densidad, entre otras) más adecuadas para maximizar el rendimiento del proceso.
- Realizar control de calidad a materia prima obtenida de las cáscaras y al producto terminado: análisis de composición, físico químico, microbiológico y pruebas de estabilidad
- Crear guía de elaboración de productos a partir de materia prima obtenida de las cáscaras de vegetales.
- Realizar pruebas fisicoquímicas y sensoriales a los prototipos, para comprobar el cumplimiento según normativas establecidas.

#### 4. HIPÓTESIS – PREGUNTA PROBLEMA

Las cáscaras de frutas y verduras procesadas fisicoquímicamente sirven como materia prima funcional en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

#### 5. MARCO TEÓRICO

##### 5.1. ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE

La alimentación del ser humano es una necesidad biológica primordial para la subsistencia de la humanidad desde sus orígenes, Hoy en día, la alimentación no solo es una necesidad sino que, se ha convertido en un importante elemento en la dinámica de la economía de los países en rubros como el turismo, por ejemplo.

Este incremento ha significado un costo en términos ambientales y ecológicos para la humanidad, ya que los desechos que se generan a partir de la producción de alimentos son producidos por toneladas, y que gran parte de esta no recibe un tratamiento adecuado por las entidades correspondientes, lo que provoca un impacto directo al deterioro medioambiental.

Para destacar dicho impacto en el medio ambiente de nuestro país, de acuerdo al Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales, realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2016): El departamento de San Salvador es el principal generador de desechos sólidos en la república, con un total de 1,768.83 toneladas diarias, correspondientes a un 55.50 % de la producción total. El segundo departamento con mayor generación es La Libertad, con un 11.55 % del total equivalentes a 368.19 toneladas. Además, siendo más específicos, la cantidad de desechos orgánicos es un componente mayoritario en la basura, véase la tabla 1.

**Tabla 1. Composición de los desechos sólidos urbanos en porcentaje de peso y de acuerdo a tres estratos sociales de la población.**

Material (%)	Estratos sociales de la población		
	alto	medio	bajo
Inertes	3.34	2.65	2.5
Materiales orgánicos	59.8	66.46	54.8
Metales	3.23	1.34	2.1
Papel y cartón	16.95	9.02	16.6
Plásticos	10.68	16.3	12.4
Telas y cueros	1.1	0.69	2.9
Vidrios	4.9	3.54	8.7
Total	100	100	100

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Medio Ambiente. “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en El Salvador”.

Por lo tanto, se considera importante la búsqueda de alternativas que ayuden a reducir y de ser posible, aprovechar una parte de residuos orgánicos. Pero antes de llegar a ese punto, también es importante aclarar algunos conceptos, que es lo que se hará en los siguientes apartados.

## 5.2. RESIDUOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos son los restos biodegradables de plantas y animales Incluyen restos de frutas, verduras y los procedentes de la poda de plantas. Con poco esfuerzo estos desechos pueden recuperarse y utilizarse para la fabricación de un fertilizante eficaz y beneficioso para el medio ambiente.

Además, las cáscaras de las frutas y verduras no siempre son aceptadas por todos. Muchas veces cuando se trata de comer algún alimento con cáscara se piensa en quitarla y desecharla, pero no siempre esta es la única solución o la más saludable. Existen varias frutas y verduras que se pueden comer con cáscara y se hace o, aunque no se consuman se desechan por ignorancia de sus beneficios, y los aportes a la salud, y a la naturaleza.

Entre algunas cáscaras de frutas y vegetales de mayor consumo en los hogares, y que representan potencial para ser re utilizadas, se encuentran como ejemplo:

### Cáscara del plátano

La cáscara de guineo o plátano contiene almidón (3%), proteína cruda (6 – 9 %), grasas crudas (3.8 – 11%), fibra dietética (43.2 – 49.7%) y ácidos grasos insaturados. También es fuente de lignina (6-12%), pectina (10-21%), celulosa (7.6-9.6%), hemicelulosa (6.4-9.4%) y es rica en nutrientes como hierro y zinc; razón por la cual se le ha utilizado para alimento de ganado y aves de corral. Según Mohapatra, D., Mishra, S., & Sutar, N. (2010) de las cáscaras se puede extraer acetato de amil, que es utilizado como saborizante en alimentos y se puede producir etanol a partir de ella, el cual puede ser usado para fabricar vino. Además se ha demostrado que la cáscara de guineo puede ser útil para remover metales pesados en el agua [1]

Las cáscaras de plátano contienen antioxidantes, minerales y vitaminas que tienen múltiples beneficios para la piel. Además, algunas personas afirman que frotar un pedacito de cáscara de plátano en la picadura de insecto, ayuda a aliviar la picazón y curar algunas heridas más rápidamente.

Se ha estudiado que un preparado hecho a base de la cáscara del plátano favorece la eliminación de efluentes radioactivos (como es el caso del uranio) en el agua contaminada por las industrias de metales pesados [2].

### La papa

De acuerdo a los Anuarios estadísticos de la Dirección General de Economía Agropecuaria MAG - 1996 – 2000 de El Salvador: La papa, *Solanum tuberosum*, es el cuarto cultivo sembrado en más de 100 países y es el alimento básico de los países desarrollados (en Europa y U.S.A. consumen 75 kg per cápita anual, mientras que en El Salvador este valor es de 2.2 kg per cápita anual). A nivel mundial, se producen 290 millones de tm

y se cultivan 13.85 millones de ha. La papa contiene proteína de alta calidad (2%) cuenta con todos los aminoácidos esenciales y vitamina C. En Europa a nivel industrial es utilizada en la producción de vodka, whisky, almidón y otras industrias la emplean como comidas rápidas (papas a la francesa) y chips (hojuelas) como es el caso de El Salvador. En El Salvador, se comenzó a realizar investigaciones en el cultivo de papa en 1957, con las variedades Vorán y Alpha. En 1968 se calculó que se cultivaban alrededor de 420 hectáreas, en Zapotitán, departamento de La Libertad; Las Pilas, Citalá, departamento de Chalatenango; y Texistepeque y Candelaria de la Frontera, departamento de Santa Ana, con un rendimiento promedio de 9.9 tm/ha (Flores, 1969). En la actualidad, según encuestas realizadas por el CENTA, el promedio de rendimiento es de 19.4 tm/ha. Actualmente se siembran entre 420 a 560 hectáreas anualmente en la zona de Las Pilas, (2000 a 2400 msnm) producción que sólo cubre el 20 % de la demanda total, por lo cual hay necesidad de importar papa para cubrir la demanda nacional.

### **5.3. PROCESAMIENTO O INDUSTRIALIZACIÓN**

La transformación de la materia prima o papa para el consumo, es un proceso que genera un valor agregado al producto. En términos generales, los subproductos más importantes obtenidos a partir de la papa son: • Papa fresca: Sin cáscara en bolsas, lista para ser consumida en diversas sopas. • Papa congelada: La cual es conservada para uso de papas fritas en la industria de comida rápida • Papa chip: En hojuelas de papas fritas en la industria de comida rápida. • Elaboración de alcohol. • Papa deshidratada: La cual sirve para la elaboración de sopas, saborizantes y harinas. Las harinas tienen usos como espesante de alimentos diversos, en la fabricación de fideos, pastelería y panadería.

#### **Cáscara de papa**

La cáscara de papa al igual de otros subproductos de la industria de la papa contiene abundante almidón, de éste se puede obtener etanol para la producción de combustibles. También se puede obtener harina de cáscara de papa la cual contiene entre el 1-2% de fibra, contiene muchos carbohidratos por lo cual es una fuente muy buena de energía, además tiene abundante contenido de vitamina C, esta harina de una textura excelente, da mayor viscosidad que los almidones de trigo y maíz y los productos elaborados con ésta tienen un mejor sabor.

A nivel industrial se obtiene la cáscara de papa mediante el método de pelado químico, utilizando una solución de agua con soda, se desprende la cáscara y se obtiene la cáscara como subproducto. Esta cáscara de papa luego pasa por proceso de secado, utilizando secadoras de convección de aire seco, luego de llegar a una humedad entre el 10-12%, se procede al proceso de molienda y luego a un proceso de tamizado, la cual se vende como harina o fuente de fibra dietética (40g/100g) para productos de panadería. Se ha investigado, que la adición de harina de piel de papa tiene la propiedad de alargar la vida de almacenamiento de los productos panificados, debido a que evita la migración de agua del centro del pan a la corteza del pan, y esto evita el crecimiento de mohos en la corteza del producto panificado.

#### **El repollo**

Su nombre científico es: Brassica oleracea var. Capitata Brassicae. La mayoría de los miembros de la familia del repollo, tienen su origen en la zona del Mediterráneo, Asia menor, Inglaterra y Dinamarca. Esta familia

hortícola es de las más numerosas ya que aporta alrededor de catorce hortalizas, entre las que se encuentran el brócoli y la coliflor.

El repollo se puede cultivar en gran variedad de suelos, desde arenosos y limo arenoso hasta franco arenosos. En los suelos arcillosos el ciclo del cultivo es más largo. El pH adecuado oscila entre 5,5 y 6,5; si es inferior a 5,5 se deben aplicar compuestos a base de calcio. [3]

El repollo es rico en vitamina C, A, calcio y caroteno, además de tener un alto contenido de fibra.

#### **Características del Repollo.**

Forma: esférica, compuesta por hojas muy compactas más o menos rizadas, redondas u ovaladas.

Tamaño y peso: el diámetro de los repollos suele tener de 20 a 25 centímetros y su peso oscila desde kilo y medio los ejemplares más pequeños a los dos kilos y medio los de mayor tamaño.

Color: sus hojas tienen diferentes tonalidades que van del verde claro hasta el oscuro, blanquecino o morado.

Sabor: poseen un sabor fuerte característico, en ocasiones de toque dulzón.

#### **Origen y distribución.**

Los repollos son originarios de las zonas costeras de Europa Central y Meridional, aunque en la actualidad se producen en todos los países del mundo. Los egipcios ya los cultivaban en el año 2500 a. C. y, algunos siglos más tarde, también los griegos y los romanos, quienes atribuían a estas hortalizas la propiedad de favorecer la digestión y de atenuar las consecuencias negativas de la ingesta de alcohol. Debido a las intensas relaciones comerciales que ya tenían lugar en la época romana, el cultivo del repollo fue extendiéndose y haciéndose popular en distintas zonas del Mediterráneo. Su consumo se consolidó durante la Edad Media, fue en esta época cuando empezaron a ser almacenados y transportados [4].

Después de haber revisado las propiedades y usos que se les pueden dar a ciertas cáscaras de vegetales, se considera conveniente describir brevemente los procesos más comunes para tratar este tipo de residuos, y transfórmalos en materia prima para la elaboración de diferentes productos. Tal y como sigue:

### **5.4. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA**

De acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 67.01.33:06: Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales. La definición de buenas prácticas de manufactura es: “condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.” Es decir, que todos los que forman parte del proceso de producción de un alimento, sin excepción, tienen que seguir las buenas prácticas de manufactura (BPM), de las cuales se destacan las siguientes:

- Lavarse las manos antes de entrar a la planta y mantenerlas limpias.
- No comer, fumar o escupir en áreas de proceso
- Mantener uñas cortas, limpias y sin esmaltes
- No usar joyas u otros artículos que puedan ocasionar atascamiento en equipo o contaminación al producto, cuidar los bolígrafos

- Usar la indumentaria proporcionada, incluyendo botas de hule
- Cubrir cabello y orejas con redecillas, de ser necesario llevar guante y mascarilla
- No correr ni subirse en el equipo
- Manipular cuidadosamente los medidores portátiles como refractómetro o termómetro.
- Es prohibido tocarse con las manos las siguientes partes del cuerpo: frente, nariz, orejas, oídos, fosas nasales, rascarse en cualquier otra parte si realiza esta acción antes de tocar los alimentos, debe lavarse las manos con agua y jabón [3]

## 5.5. CONTROL DE CALIDAD

Para generar un producto inocuo y que cumpla con los requisitos que exige el consumidor, se tiene que realizar un seguimiento del proceso por medio del control de calidad del mismo, midiendo por lo menos una variable por cada etapa. Por ejemplo:

- Selección e inspección: las cáscaras a procesar deberán estar libres de picaduras de insectos o mordidas de roedores y sin podredumbre.
- Pesado: Se realiza en cuanto se recibe la materia prima, antes de formular e iniciar el proceso. Hay que registrar los pesos y usar balanzas que estén limpias y calibradas.
- Lavado: Se realiza con abundante agua potable y pueden usarse soluciones desinfectantes como yodo y lejía, hay que controlar la concentración de estas soluciones para que no produzcan ningún cambio en las propiedades sensoriales de la materia prima.
- Corte o triturado: El objetivo es reducir el tamaño de las cáscaras para facilitar las siguientes etapas del proceso, se debe hacer con utensilios limpios y desinfectados.
- Escaldado: se realiza con agua caliente o vapor, con el propósito de suavizar las cáscaras y de inactivar enzimas que pueden causar pardeamiento. El inconveniente de esta etapa es que se pueden cambiar el color, sabor y pérdida de nutrientes en las cáscaras, por eso es importante tener un adecuado control de la temperatura. De igual forma, todos los utensilios y equipos en este proceso deben estar desinfectados.
- Deshidratado: puede hacerse por medio de luz solar, o con equipos tales como deshidratadores, estufas, liofilizadores, o por medio de atomización, entre otros. También, es importante tener control de la temperatura para no provocar cambio en las propiedades sensoriales o pérdida de nutrientes en las cáscaras.
- Envasado: Debe realizarse con las prácticas de higiene respectivas, preferiblemente el producto se envasa cuando está caliente para garantizar un producto estéril. Si se envasa en frascos de vidrio es conveniente esterilizarlos con agua hirviendo. Y no deberán llenarse completamente con el producto. En este punto, el control de temperatura y microbiológico son muy importantes.
- Análisis físicoquímicos: Se recomienda tener un control de pH, porcentaje de acidez, grados brix, viscosidad, entre otros. [3]

## 5.6. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

Para que los consumidores reciban un alimento de calidad, que satisfaga sus deseos y necesidades, es indispensable que se encuentre bien conservado al momento de su consumo. Para garantizar esto, hay diferentes métodos de conservación, que buscan mantener las propiedades del producto como en el momento mismo de haber sido fabricado.

Para [3] entre estos métodos se encuentran:

### Métodos de conservación por tratamiento físicos

- **Uso de altas temperaturas, tratamiento térmico.** Por ejemplo:
  - **Pasteurización:** calentamiento a una temperatura determinada por un tiempo definido. Puede ser: Baja (60 °C por 30 minutos); intermedia (70 a 72 °C por 30 segundos); Alta (83 a 85 °C por 20 segundos). Las dos últimas se realizan en un intercambiador de placas.
  - **Esterilización:** calentamiento a 110 – 120 °C por 20 minutos.
  - **Ultrapasteurización (UHT):** calentamiento a 135 – 150 °C por 10 segundos.
- **Uso de bajas temperaturas, congelamiento.** Enfriamiento a temperaturas menores de 0°C. En este proceso hay disminución de microorganismos (gram negativos)
- **Deshidratación.** Es la disminución o pérdida de agua en los tejidos del alimento. El deshidratado implica el control de las condiciones climáticas dentro de una cámara con condiciones sanitarias controlables, a diferencia del secado solar.
- **Uso de radiaciones ionizantes.** La irradiación de alimentos, es un tratamiento que puede darse a ciertos alimentos mediante radiaciones ionizantes, generalmente electrones de alta energía u ondas electromagnéticas producidas por elementos radiactivos (radiación X o gamma). El proceso involucra exponer los alimentos a cantidades controladas de esa radiación radioactiva para lograr ciertos objetivos. Suele utilizarse el proceso para prevenir la reproducción de los microorganismos como las bacterias u hongos que causan el deterioro de los alimentos, cambiando su estructura molecular y evitando su proliferación o algunas enfermedades producidas por bacterias patógenas.

## 6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se considera una investigación de tipo experimental y retrospectiva por tener como objeto de estudio la manipulación de variables experimentales bajo condiciones controladas y además, de poseer un carácter exploratorio pues se realiza con el propósito de obtener datos fieles y seguros para que sirvan de base en estudios futuros.

### 6.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se consultaron las bases de datos tales como CBUES, Libhub, Google Academycs, trabajos de investigación de centros de educación superior nacionales e internacionales, entre otros. Con relación a las patentes, se utilizó Spacenet.com y Google Patentes, además se buscó información por medio de entrevistas con expertos en formulación de productos alimenticios innovadores en la industria y/o sector académico.



## 6.2. FASE EXPERIMENTAL

Se realizó esta fase en 3 etapas, la primera se hizo en campo, y las siguientes en: Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química, Laboratorio de Desarrollo de Alimentos del Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA) y en la Cafetería Escuela de la institución. Cabe mencionar que a lo largo de todo el desarrollo experimental se involucraron a estudiantes de las Escuelas de Alimentos y Química.

El desarrollo de las fases del proyecto se describe a continuación:

### 1. Trabajo de campo:

- i. Separar y caracterizar desechos orgánicos generados en la Cafetería Escuela de la institución.
- ii. Pesaje de los desechos vegetales.
- iii. Tabular datos e interpretarlos para definir los productos a obtener en base a sus propiedades fisicoquímicas.
- iv. Reclasificar los desechos vegetales que hayan sido seleccionados como aptos para su transformación.

### 2. Parte experimental

Se realizó en el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química y del Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA), así como, en la Cafetería Escuela de ITCA FEPADE, así:

- i. Procesar las cáscaras de vegetales: limpieza, desinfección, deshidratación, macerado, escaldado, triturado, entre otros.
- ii. Definir las variables de proceso: pH, temperatura, concentración de desinfectantes, control microbiológico, pruebas de consistencia, etc.
- iii. Formulación de premezclas con las cáscaras deshidratadas.
- iv. Elaboración de prototipos de productos alimenticios con las cáscaras procesadas y verificar si cumplen con la normativa establecida.
- v. Control de calidad de proceso: pruebas fisicoquímicas, microbiologías y de estabilidad.
- vi. Balances de masa y cálculo de rendimiento del proceso de transformación de cáscaras.
- vii. Identificación de los nutrientes contenidos en el producto alimenticio obtenido, se realizó análisis proximal, pruebas de estabilidad acelerada y pruebas microbiológicas.

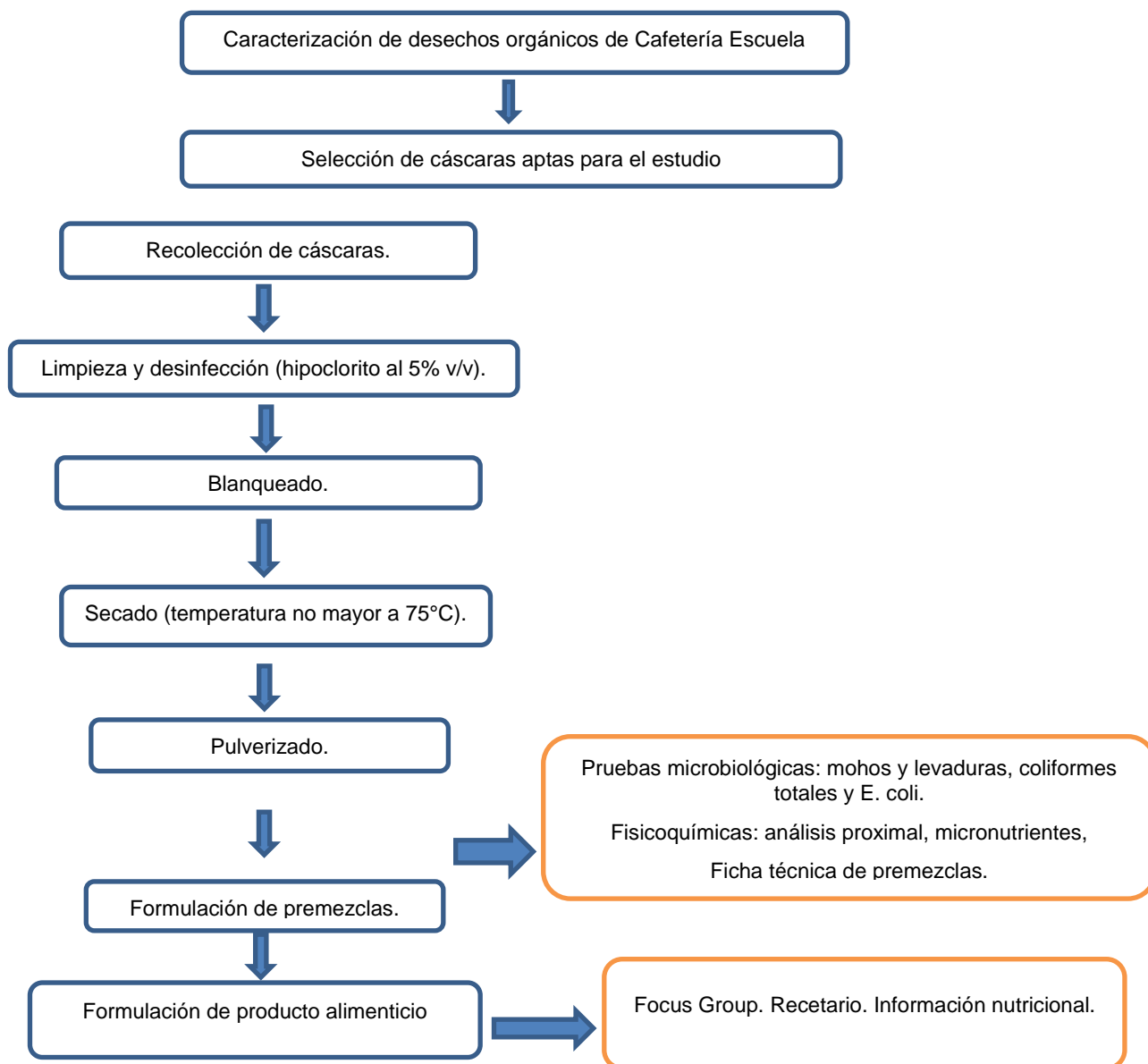
### 3. Aplicaciones.

- i. Elaboración de ficha técnica del producto.
- ii. Crear guía de elaboración de productos a partir de cáscaras vegetales procesadas.

Todos los procedimientos, materiales, equipos y personal involucrado en cada una de estas etapas están detalladas en los siguientes apartados.

### 6.3. ESQUEMA DE PARTE EXPERIMENTAL

Con el objetivo de facilitar la comprensión del desarrollo de la parte experimental, se presenta el siguiente esquema:



### 6.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE CAFETERÍA – ESCUELA

Con la finalidad de conocer qué residuos de la Cafetería – Escuela institucional tenían mayor potencial de ser aprovechados, se procedió a segregar las cáscaras y restos vegetales del establecimiento, durante una semana laboral. De la siguiente manera:

- Separación de los residuos desde el origen: se instruyó al personal para que se depositaran todos los desechos generados en un día normal de producción en recipientes exclusivos para tal fin.

- Pesado: al finalizar la jornada de producción, la totalidad de residuos orgánicos se pesaban en la báscula ubicada en el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Ingeniería Civil.
- Selección de materias primas para la investigación: se observó que los residuos que se generaban con mayor abundancia en la cafetería, eran: cáscaras de plátano, guineo, papá y restos de repollo. Por lo que, se seleccionaron como las materias primas a procesar en este estudio. Para consultar el detalle de las cantidades involucradas en la caracterización, puede consultarse el apartado de “Resultados”.



Figura 1. Pesado de restos de vegetales del establecimiento. [Elaboración propia]

## 6.5. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS CÁSCARAS Y RESTOS DE VEGETALES

### Cáscaras de plátano

- Las cáscaras de plátano maduro (*Musa balbisiana*) fueron suministradas por la Cafetería Escuela de ITCA - FEPADE, pues son remanentes de sus actividades diarias.
- Las cáscaras se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 2 – 5 % p/v por 10 minutos. Después de esto, se escurrieron.
- Posteriormente, las cáscaras se limpiaron de partes dañadas o podridas, y se les retiró restos del fruto.
- Luego, fueron dispuestas en bandejas de aluminio y fueron secadas en estufa, la temperatura de secado osciló entre 65 ° C a 75 ° C, el tiempo de secado varió entre: 8 a 16 horas, por lote de cáscaras. Si las cáscaras secas no se trituraban inmediatamente, estas se colocaban en desecadores.
- Para pulverizar las cáscaras se utilizó un procesador de alimentos industrial.

En el esquema siguiente se muestran imágenes de este procedimiento:



Figura 2. Elaboración de polvo de cáscaras de plátano. [Elaboración propia]

## Cáscaras de papa

- Las cáscaras de papa se recolectaron en depósitos limpios y desinfectados. Se les retiraron partes podridas.
- Si se observaba suciedad remanente en las cáscaras, se lavaban con agua potable, hasta que el agua se viera clara.
- Se sumergieron 30 minutos en solución de lejía (una cucharada de lejía por cada litro de agua). Acto seguido, se escurrieron.
- Las cáscaras se picaron lo más fino posible para facilitar el secado.
- Blanqueado: se sumergieron las cáscaras un minuto o menos, en agua caliente (la temperatura no excedió los 80°C).
- Se colocaron las cáscaras blanqueadas en bandejas para secar en estufa, la temperatura no sobrepasó los 70 ° C. Si las cáscaras secas no se trituraban inmediatamente se almacenaban en depósitos plásticos herméticos, a temperatura ambiente.
- Las cáscaras tratadas se pulverizaron en un procesador de alimentos industrial.

## Restos de repollo

- Los restos de repollo (centros y hojas externas) se recolectaron en depósitos limpios y desinfectados. Se les retiraron partes podridas o “golpeadas”.
- Si se observaba suciedad remanente, se lavaba con agua potable, hasta que el agua se viera clara.
- Los restos de repollo se sumergieron 30 minutos en solución de lejía (una cucharada de lejía por cada litro de agua). Luego, se escurrieron.
- Las partes del repollo se picaron lo más fino posible para facilitar el secado.

- Acto seguido, se colocaron en bandejas para secar en estufa, la temperatura no sobrepasó los 70 ° C. Se almacenaron en depósitos plásticos herméticos, a temperatura ambiente.
- Por último, se pulverizaron en un procesador de alimentos industrial.

Nota: al producto de la pulverización de las cascaras de papa, plátano y restos de repollo, se le llamará de aquí en adelante “polvo”, debido a que no se les puede considerar “harinas”, pues no provienen de la molienda de cereales, ni son ricos en almidón.

## 6.6. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS Y FISCOQUÍMICAS A POLVOS DE CÁSCARAS PROCESADAS

### Análisis de tamaño de partícula

- Se pesaron 20 gramos del polvo correspondiente.
- Se colocaron en un set de tamices previamente pesados y ordenados en orden decreciente de Mesh, desde No 20 hasta No 120 (125 – 850  $\mu\text{m}$ ).
- Se colocó el conjunto de tamices, recibidor y tapadera, conteniendo la muestra, en una agitadora de tamices.
- Se retiró de la agitadora de tamices.
- Se procedió a pesar cada tamiz y el recibidor con la cantidad de muestra retenida.

NOTA: este análisis se realizó en el laboratorio del Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA)

### Pruebas microbiológicas (E. coli, coliformes totales y mohos y levaduras)

- Se preparó una dilución de las muestras de polvos de vegetales 1:10. Se pesó 1 gramo de la muestra en una bolsa Whirlpac estéril. Se utilizó como diluyente tampón fosfato.
- Se mezcló la muestra utilizando un agitador de vidrio previamente esterilizado.
- Se dispuso la placa Petrifilm en una superficie plana. Se levantó el film superior.
- Se pipeteó 1 ml de muestra en el centro aproximadamente del film inferior.
- Se aplicó presión de manera suave sobre el aplicador para distribuir el inóculo por toda la zona circular.
- Se incubaron las placas Petrifilm cara arriba. Las temperaturas y tiempos variaron de acuerdo al microorganismo que se quería determinar en la muestra, así:
  - Coliformes totales: Incubar a 35 +/-1°C durante 24 +/-2 horas.

- E. coli: Incubar a 35 +/-1°C durante 48 +/-2 horas.
- Levaduras y mohos: por carecer de incubadora a 25°C, se incubó a temperatura ambiente (27 +/-1°C) y, se leyeron las placas a los tres días para determinar levaduras, y a los 5 días para el recuento de mohos.
- Para leer las placas, se usó la cuadrícula que el mismo film tiene en su parte posterior.

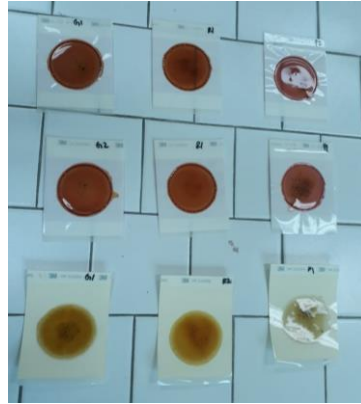


Figura 3. Placas con inoculo antes de ingresar a la incubadora. [Elaboración propia]

### Determinación de cenizas

- Se pesó 1 g de cada muestra en 2 crisoles de porcelana secos y pesados.
- Se añadió 1 mL de solución de solución etanol : glicerol (50: 50)
- Se pre calentó en hot plate durante media hora a (180 – 200°C).
- Se incineraron las muestras de los polvos a 630 – 650°C.
- Después de tres horas se retiraron los crisoles y se colocaron en desecadores por 30 minutos hasta que se enfriaran, luego se pesaron.
- Se incineraron las muestras durante otros 15 minutos y se volvieron a pesar después de enfriar.
- El porcentaje de cenizas se determinó por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ceniza} : \frac{(P_1 - P_2) \times 100}{P - P_1}$$

donde:

P = peso en gramos del crisol + muestra

P<sub>1</sub> = peso en gramos del crisol + ceniza

P<sub>2</sub> = peso en gramos del crisol vacío



Figura 4. Determinación de cenizas en muestras de polvos. [Elaboración propia]

### Determinación de humedad

- Se pesaron 2 g de muestra en 2 cápsulas de porcelanas secas y previamente pesadas.
- Los crisoles con muestra se colocaron en una estufa a 1050C y se secaron durante una hora.
- Se retiraron, enfriaron en desecador y se pesaron.
- Se colocaron las cápsulas nuevamente en la estufa y se desecaron durante media hora más. Se repitieron las operaciones de retirar, enfriar y pesar.
- Calcular el contenido de humedad a partir de la pérdida en peso de la muestra.

$$\% \text{ humedad} = \frac{(M - m) \times 100}{M}$$

Donde: M = masa inicial en gramos de la muestra.

m = masa en gramos del producto seco.

### Determinación de carbohidratos

- Se preparó la solución patrón de glucosa de 1mg/mL, disolviendo 100 mg de glucosa en 100 mL de agua destilada. También, se utilizaron soluciones de fenol al 8% p/v (3.2 g de fenol en 0.8 mL de agua destilada) y ácido sulfúrico concentrado.
- Las muestras se trataron tal y como sigue: 0.5 g del polvo respectivo se diluyeron en 50 mL de agua destilada. De estas diluciones, se tomaron alícuotas de 0.5 y 1 mL, pues los ensayos se realizaron por duplicado.
- Se numeraron 15 tubos de ensayo del 1 al 15, en los tubos se agregaron los reactivos en el orden que aparecen en la siguiente tabla. Los volúmenes en todos los casos son en mililitros.

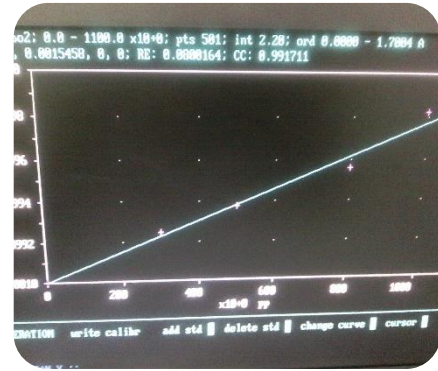
Tubo	H <sub>2</sub> O	Estándar de glucosa 1 mg/mL	Polvo de cáscara de guineo	Polvo de cáscara de papa	Polvo de repollo	Fenol 8% p/v		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	1	0				0.1	Agitar y dejar reposar 15 minutos	3
2	0.9	0.1				0.1		3
3	0.8	0.2				0.1		3
4	0.7	0.3				0.1		3
5	0.5	0.5				0.1		3
6	0.4	0.6				0.1		3
7	0.2	0.8				0.1		3
8	0.1	0.9				0.1		3
9	0	1				0.1		3
10	0.5		0.5			0.1		3
11	0		1			0.1		3
12	0.5			0.5		0.1		3
13	0			1		0.1		3
14	0.5				0.5	0.1		3
15	0				1	0.1		3

- Después de añadir la alícuota de 3 mL de ácido sulfúrico, se agitaron los tubos y se dejaron reposar durante 30 minutos.
- Se procedió a leer la absorbancia de los tubos en el espectrofotómetro de absorción molecular, VIS, Lambda 11.
- Se elaboró la curva de calibración de glucosa y se encontraron los valores de las muestras por interpolación.





Desarrollo de color de soluciones estándares y muestras de polvos.



Curva de calibración

Figura 5. Determinación de carbohidratos por espectrofotometría visible. [Elaboración propia]

### Determinación de grasas

- Se pesaron 2.0 g de muestra finamente dividida y se colocaron en un cartucho elaborado con papel filtro.
- Se colocó el cartucho dentro del extractor Soxhlet. En la parte inferior se ajustó un matraz con perlas de ebullición (llevados previamente a peso constante por calentamiento a 100 – 110°C). Se colocó el refrigerante.
- Se añadió éter por el extremo superior del refrigerante (alrededor de 150 ml). La extracción se detuvo cuando al dejar caer una gota de éter del extractor a un papel al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa.
- Se retiró el matraz del sistema y se evaporó el éter del matraz. Luego, se secó a 100°C hasta peso constante.
- Se calculó el porcentaje de extracto etéreo con la siguiente formula:

$$\% \text{ extracto etereo: } \frac{(P - p) \times 100}{M}$$

Donde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa.

p = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.



Figura 6. Determinación de grasas en muestras de polvos de cáscaras. [Elaboración propia]

## Determinación de proteínas

- Elaboración de reactivos:
  - Mezcla indicadora: se prepararon por separado los indicadores verde de bromocresol al 0.1% p/v y el rojo de metilo al 0.1% p/v, diluidos en alcohol etílico al 95%. Se mezclaron 10 mL de verde de bromocresol con 2 mL de solución de rojo de metilo en un frasco gotero.
  - Ácido bórico al 2%: se disolvieron 2 gramos de ácido bórico en 100 mL de agua destilada hirviendo.
  - Ácido clorhídrico estandarizado 0.01 N: se preparó un litro y se valoró con una solución de NaOH de la misma concentración.
  - Hidróxido de sodio al 30%: se disolvieron 30 gramos de NaOH en 100 mL de agua destilada.
  - Mezcla catalizadora: se mezclaron 2.5 g de sulfato de cobre pentahidratado con 10 g de sulfato de potasio.
- Digestión de las muestras:
  - Se pesaron 0.5g de cada muestra en un matraz de micro-Kjeldahl.
  - Se añadieron 10 ml. de ácido sulfúrico concentrado y aproximadamente 1.0 g de mezcla catalizadora a cada matraz.
  - Se someten a digestión las muestras en el aparato de micro Kjeldahl bajo una campana de extracción. El proceso se detuvo cuando el color de la muestra de tornó verde claro. La digestión tardó aproximadamente 4 horas. Este procedimiento se realizó por duplicado por cada muestra.
  - Se enfriaron los matraces.

- Destilación:
  - Se encendió la unidad destiladora.
  - Se añadió la muestra digerida a la cámara de ebullición, se enjuagó cada matraz con aproximadamente 5 mL de H<sub>2</sub>O destilada.
  - Se colocó un beaker con 10 ml de ácido bórico y 2 gotas de indicador bajo la salida de destilación.
  - Se adicionaron aproximadamente 10 ml. de la solución de NaOH a la cámara de ebullición Si la mezcla digerida no se tornaba oscura (azúl-gris o café oscuro) se añadía más NaOH.
  - Se colectaron aproximadamente 10 ml. del destilado. El destilado estaba listo para ser titulado cuando se tornaba verde en el matraz receptor.
  - Se retiró el beaker con muestra destilada del sistema y se procedió a limpiar la unidad destiladora enjuagando la cámara de ebullición varias veces con agua destilada.
  
- Titulación:
  - Se tituló cada muestra destilada con HCl 0.01N estandarizado. Un color violeta indicaba el punto final de la titulación.
  - Se comparó este color con el del blanco. Cada equivalente del HCl usado corresponde a un equivalente de NH<sub>3</sub> o a un equivalente de N en la muestra original. El peso del N en mg está dado por miliequivalentes del ácido X 14 (el peso equivalente del N).

### **Cálculos**

**Moles de HCl = Moles de NH<sub>3</sub> = Moles de N en la muestra**

$$\% N = \text{NHCl} \times \frac{\text{Volumen de ácido corregido}}{\text{g de muestra}} \times \frac{14 \text{ g N}}{\text{mol}} \times 100$$

en donde:

NHCl = Normalidad del HCl en moles/1000ml.

Volumen del ácido corregido = (ml. del ácido estandarizado para la muestra) - (ml. de ácido estandarizado para el blanco).

14 = Peso atómico del nitrógeno.

Se utilizó un factor para convertir el porcentaje de N a porciento de proteína cruda. El porcentaje de N en proteína para la harina de trigo es de 18% y su factor de conversión es de 5.70.



Figura 7. Determinación de proteína en muestras de polvos. [Elaboración propia]

## Determinación de concentración de micronutrientes por medio de espectrofotometría de absorción atómica

- Tratamiento preliminar de las muestras:
  - Con las muestras de polvos de cáscaras de papa, guineo y restos de repollo se prepararon diluciones 1:25 o de 1:10, se homogeneizaron y se transfirieron cuantitativamente a un Erlenmeyer. Luego, se adicionaron 5 mL de ácido nítrico concentrado a cada recipiente y se evaporó, adicionando ácido cuando fuera necesario, hasta digestión completa.
  - Después de la digestión, las muestras, se filtraron con papel Whatman No 42, para poder ser analizados en el espectrofotómetro de absorción atómica, marca Shimadzu, modelo AA – 7000.
- Soluciones estándares y curva de calibración.
  - Se prepararon soluciones estándares de 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, 2 ppm y 2.5 ppm, a partir de la solución stock multielementos, marca Inorganic Ventures, con contenido de 1,000 ppm Fe, Ca, K y Zn, entre otros. Se utilizó como blanco ácido nítrico 0.5 M.
  - Utilizando las soluciones estándares y el blanco preparados en el apartado anterior, se procedió a hacer la curva de calibración para hierro, a una longitud de onda de 248.3 nm.
  - Se acondicionó el espectrofotómetro de absorción atómica y se seleccionó la lámpara de cátodo hueco de hierro.
  - Se realizó la medición de las absorbancias de las soluciones estándares y el blanco, a una longitud de onda de 248.3 nm, se registran y se almacenan los resultados en la PC conectada al equipo. La curva de calibración generada se puede consultar en el apartado de resultados.

- Se procede de forma similar con la determinación de potasio (longitud de onda: 766.5 nm), calcio (longitud de onda: 422.7 nm) y zinc (longitud de onda: 213.9 nm). Se elaboraron las curvas de calibración respectivas, utilizando las mismas soluciones estándares y seleccionando la lámpara de cátodo hueco correspondiente.

## **6.7. ELABORACIÓN DE PREMEZCLAS**

Con los polvos de restos vegetales obtenidos tal y como se describió en los apartados 6.4.1 – 6.4.3; se elaboraron premezclas con harina de trigo. La ficha técnica de las mismas, se pueden encontrar en el apartado de “Resultados”.

## **6.8. ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONSERVADOS Y NO CONSERVADOS CON LAS PREMEZCLAS**

Utilizando como materia prima las premezclas de harina de trigo con los polvos de vegetales, se realizaron las siguientes recetas en la Escuela de Alimentos (se puede consultar el detalle de las mismas en el Anexo D):

- Pan cake con pre mezcla de plátano
- Pan cake con pre mezcla de repollo
- Cup cake con pre mezcla de plátano
- Crepas con harina de repollo
- Crepas con pre mezcla de plátano
- Galleta con pre mezcla de plátano
- Pan bollo con pre mezcla de repollo
- Pan dulce con pre mezcla de plátano
- Atol con pre mezcla de plátano
- Crema con pre mezcla de papa
- Jalea con pre mezcla de plátano
- Pasta fresca con pre mezcla de papa
- Ravioli con pre mezcla de papa
- Velouté con pre mezcla de repollo
- Croquetas con pre mezcla de papa
- Croquetas con pre mezcla de repollo

## 6.9. PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL Y FOCUS GROUP DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS CON LAS PREMEZCLAS

Para validar las propuestas de recetas creadas con harina de trigo y polvos de cáscara de plátano, cáscara de papa y repollo, se convocó a un grupo de 11 personas, quienes utilizando un instrumento denominado prueba hedónica de criterios sensoriales; expresaron su percepción del sabor de platillos elaborados en la escuela de alimentos por docentes de cocina y panadería con la participación de estudiantes de la carrera de gastronomía



Pan Cake con premezcla de e  
plátano



1 Crema con premezcla de  
repollo



2Crepa con premezcla de papa

Figura 8. Fotografías de recetas [Elaboración propia]

## 7. RESULTADOS

Después de concluir el trabajo de campo y la parte experimental realizada en ITCA FEPAD E y en el Parque Tecnológico en Agroindustria, se procede a presentar los resultados de las pruebas físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales realizadas a materias primas y productos terminados.

### 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE CAFETERÍA ESCUELA Y OBTENCIÓN DE POLVOS

Se recolectaron los desechos orgánicos producidos por el establecimiento, durante cinco días hábiles. Posteriormente, se pesaron. Los resultados, expresados como kilogramos diarios y porcentajes en peso, son los que se muestran a continuación:

**Tabla 2. Pesos y porcentajes promedio diarios de cáscaras de vegetales generados en la Cafetería Escuela.**

	<b>Peso de restos vegetales (kg)</b>	<b>Restos de repollo (kg)</b>	<b>Cáscaras de plátano (kg)</b>	<b>Cáscaras de papa (kg)</b>
	18.1	0.0	8.2	1.5
	21.8	0.0	8.7	2.2
	25.6	9.0	12.8	1.8
	24.9	0.0	12.5	2.1
	29.9	7.8	15.0	2.5
<b>Masa promedio (kg/día)</b>	24.1	3.4	11.4	2.0
<b>Porcentaje promedio en peso diario (%)</b>	100.0	13.9	47.4	8.4

**Fuente: Elaboración propia.**

Producto de esta caracterización, se determinó que de todas las cáscaras vegetales las que tenían mayor potencial de ser aprovechadas, eran las cáscaras de plátano, cáscaras de papa y restos de repollo. Por lo cual, se procedió a separarlas desde el origen y a procesarlas tal y como se describió en los apartados 6.4.1 al 6.4.3.

## **7.2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PARA EL PERSONAL DE COCINA**

Es importante citar que, para generar cualquier producto que será utilizado como componente en un producto alimenticio, debe cumplir con la condición de ser inocuo; es decir, que sea seguro para el consumo humano. Por lo cual se hizo indispensable la sensibilización y capacitación del personal de cocina de Cafetería Escuela y estudiantes de la carrera de gastronomía de la institución en los siguientes temas:

- Correcto lavado de verduras.
- Segregación de cáscaras desde el origen en recipientes limpios y desinfectados.
- Limpieza y desinfección de las cáscaras y restos de repollo.

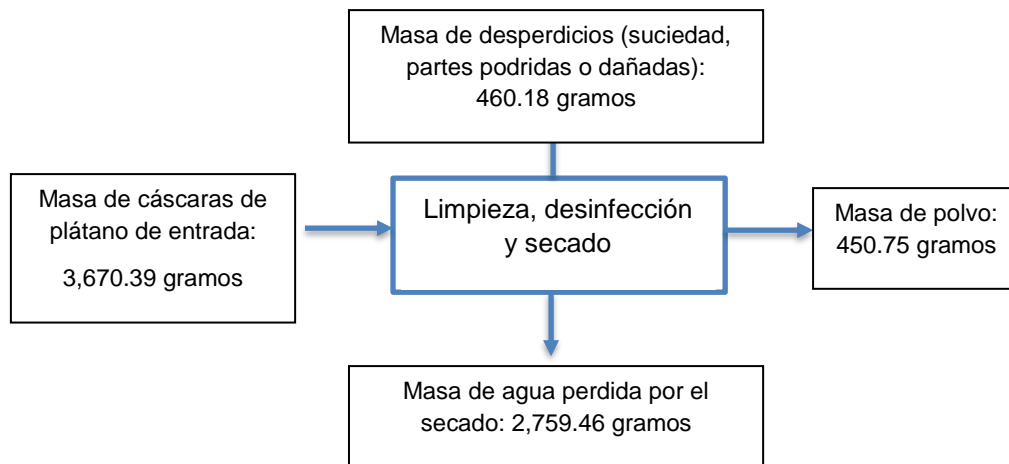
Estos aspectos son descritos con mayor detalle en el Anexo E: “Guía para la manipulación de cáscaras de vegetales y su transformación en polvos”.

Debido a que las pruebas microbiológicas realizadas a los tres polvos tuvieron resultados satisfactorios (Ver apartado 7.3), en el sentido que ninguna muestra de polvo presentaba riesgo microbiológico. Se puede decir, que el proceso de capacitación del personal fue un éxito, pues se produjeron materia primas inocuas aptas para ser utilizadas en la industria alimenticia.

### 7.3. RENDIMIENTO DEL PROCESO

Además, con el fin de cuantificar el porcentaje de masa aprovechada de las cáscaras de plátano, papa y restos de repollo se realizaron pesadas a lo largo de todo el proceso de transformación. Los resultados del balance de masa de cada material son los siguientes (puede consultar las bitácoras del proceso en el Anexo B):

- **Obtención de polvo de cáscara de plátano.**



NOTA: Los valores mostrados son pesos promedio de cuatro semanas de producción (Ver Anexo B).

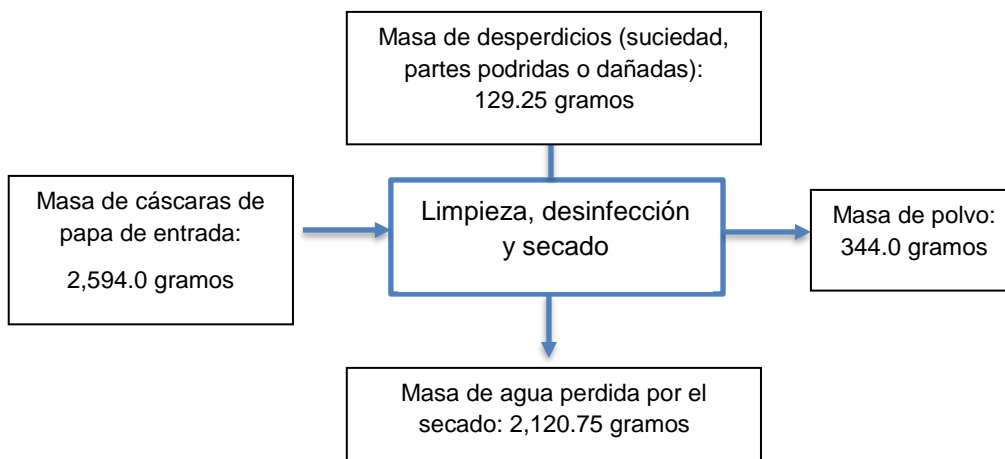
El rendimiento global del proceso es:

$$\%Rendimiento = \frac{\text{masa de polvo}}{\text{masa de cascara entrada}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{450.75 \text{ g}}{3,670.39 \text{ g}} \times 100 = 12.28\%$$

- **Obtención de polvo de cáscara de papa.**

De la misma forma, se recopilaban datos de cuatro semanas de producción de polvo de cáscara de papa, se elaboró el siguiente balance de masa a partir de las masas promedio que se registraron, así:





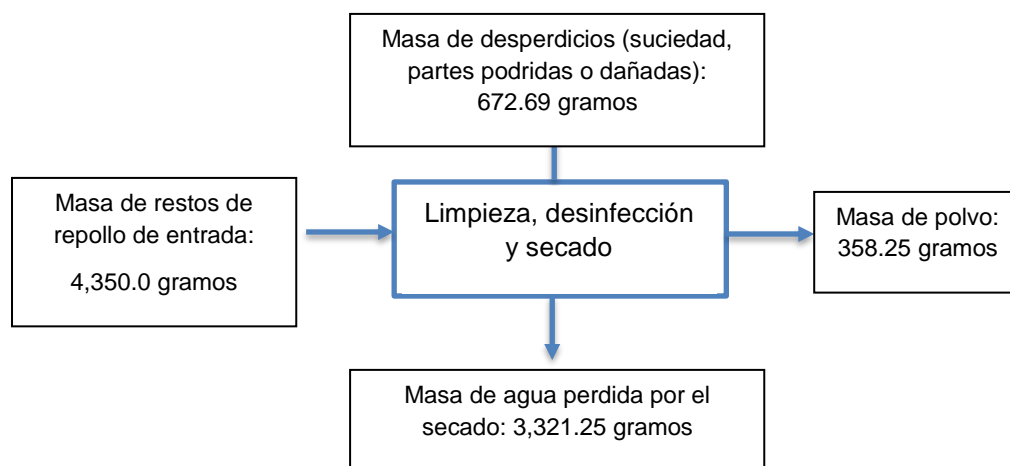
En términos de porcentaje de rendimiento del proceso, esto es:

$$\%Rendimiento = \frac{\text{masa de polvo}}{\text{masa de cascara entrada}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{344.0 \text{ g}}{2,594.0 \text{ g}} \times 100 = 13.26 \%$$

- **Obtención de polvo de restos de repollo.**

El balance de masa global del proceso es el siguiente:



El rendimiento del proceso fue:

$$\%Rendimiento = \frac{\text{masa de polvo}}{\text{masa de cascara entrada}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{358.25 \text{ g}}{4,350.0 \text{ g}} \times 100 = 8.24 \%$$

En términos generales, para mejorar la comprensión de los datos de rendimiento mostrados, se presenta la siguiente tabla resumen de los tres procesos.

Tabla 3. 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 kg
Restos de repollo.	8.24	12.14 kg

Fuente: Elaboración propia.

También, como ilustración de algunas etapas del proceso de transformación de las cáscaras de papa a polvo, se muestran las siguientes imágenes:

Tabla 4. Fotografías del proceso de elaboración de polvos de cáscaras de papa.

	<p>Cáscaras de papa crudas de la producción de Cafetería Escuela</p>
	<p>Cáscaras de papa deshidratadas</p>
	<p>Polvo de cáscaras de plátano, listo para utilizar en premezcla</p>

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se tomaron muestras de los polvos que se obtuvieron a partir de las cáscaras de plátano, papa y restos de repollo con la finalidad de efectuar pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, para así, evaluar su calidad. Y esos son los resultados que se presentan a continuación:

#### 7.4. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE POLVOS DE CÁSCARAS DESHIDRATADAS

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 5. Análisis granulométrico de muestras de polvo de cáscara de plátano, de papa y de repollo.

GRANULOMETRIA								
Micrometros ( $\mu$ )	850	425	250	180	150	125		
Mesh	20	40	60	80	100	120	tapadera	HUMEDAD
Tipo de polvo	g	g	g	g	g	g	g	%
Polvo de plátano testigo sin fecha	7.9	6.08	2.6	1.2	1.196	0.653	0.447	3.95
Polvo de plátano (31 mayo)	8.21	6.34	2.74	1.34	0.83	0.86	0.093	4.55
Polvo de plátano (17-21 sept.)	0.074	2.13	6.15	3.43	5.01	1.44	1.28	4.36
Polvo de repollo testigo sin fecha	3.18	7.4	4.85	1.38	0.86	0.96	1.02	8.14
Polvo de repollo 1 (17-21 sept.)	0.9	5.41	5.27	2.45	1.36	0.87	4.04	10.01
Polvo de repollo 2 (17-21 sept.)	0.85	3.16	4.32	2.3	1.93	1.19	7.05	12.26
Polvo de papa (2-3 julio)	6.14	7.83	2.87	0.94	0.53	0.28	1.77	4.81
Polvo de papa 1 (17-21 sept.)	1.13	6.93	4.84	1.92	1.07	0.52	3.3	8.77
Polvo de papa 2 (17-21 sept.)	0.26	3.3	5.27	2.68	1.85	1.41	6.71	6.72

Fuente: Calderón, A.V & Medina, R.M (2018).

Las celdas sombreadas de amarillo corresponden al tamaño de partícula que tiene el polvo de cáscara respectivo, en resumen:

Tabla 6. Resumen de resultados de granulometría de muestras de polvo de restos de vegetales.

Tipo de polvo	GRANULOMETRIA	
	Micrometros $\mu\text{m}$	Mesh
Polvo de cáscara de plátano testigo sin fecha	425	40
Polvo de cáscara de plátano (31 mayo)	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

Fuente: Calderón, A.V & Medina, R.M (2018).

Si bien es cierto, ninguno de estos polvos es considerados harinas, pues no provienen de la molienda de cereales o alimentos ricos en almidón, pero se pretende que su aplicación sea en el área alimentaria, como sustitutos o complementos de otras harinas. Por lo cual, sus características principales serán comparadas con la harina de trigo. Específicamente, se tomara como documento de referencia el Reglamento Técnico Centroamericano NSO RTCA 67.01.15:06. Harina de Trigo fortificada. Especificaciones.

De acuerdo a lo especificado en dicho reglamento 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  $\mu\text{m}$ ). 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 puede interpretarse de la siguiente manera: que si cualquiera de estos polvos se mezclara con harina de trigo, su integración sería difícil y modificaría grandemente la textura del producto final. Por lo cual, se recomienda que para corregir este efecto, se pueda reducir más el tamaño de partícula de los sustratos, usando un molino industrial, por ejemplo.

## 7.5. RESULTADOS DE PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS (E. COLI, COLIFORMES TOTALES Y MOHOS Y LEVADURAS)

Con el fin de comprobar la inocuidad del proceso y de los polvos de restos de vegetales, que se utilizaran como materia prima en la elaboración de productos alimenticios, se practicaron pruebas microbiológicas para los siguientes microorganismos: E.coli, coliformes totales y mohos y levaduras. Estos son los resultados:

Tabla 7. Resultados de análisis microbiológicos a polvos de restos de 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 (todos los alimentos)	Ausencia	Ausencia	< 50 UFC/g	No especifica
Mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia	< 50 UFC/g	No especifica

Fuente: Elaboración propia.

\*Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Subgrupo 4.2.2 frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas.

A partir de estos resultados, puede deducirse que estos polvos no representan riesgo de contaminación microbiológica para el producto alimenticio del cual formarían parte, pues cumplen con la normativa local. Además, los resultados dejan ver que en los procesos de recolección, tratamiento y transporte de los polvos de restos de vegetales, se aplicaron las buenas prácticas de manufactura, pues se obtuvo un producto inocuo.

## 7.6. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CENIZAS

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de la calcinación de la materia orgánica. Son una de las características para determinar la calidad de un alimento.

Las muestras pulverizadas de las cáscaras secas y procesadas, fueron calcinadas para determinar su porcentaje de cenizas, he aquí los resultados (Consultar los cálculos en Anexo A):

Tabla 8. Resultado de análisis de cenizas a muestras de polvos de restos de vegetales.

	% Promedio de cenizas
<b>Polvo de cáscara de papa</b>	6.23%
<b>Polvo de cáscaras de plátano</b>	10.76%
<b>Polvo de restos de repollo</b>	7.57%

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia el NSO RTCA 67.01.15:06. Harina de Trigo fortificada. Especificaciones, puede verse que el porcentaje máximos de cenizas es 1% p/p como máximo. El contenido de cenizas de los polvos de restos de vegetales, en todos los casos, es mucho mayor. Esto puede deberse a los siguientes factores:

Por una parte, los polvos han sido menos “procesados” que la harina de trigo que pasa por numerosas etapas para ser transformada desde el grano de trigo hasta el producto final. En ese proceso, hay pérdida de nutrientes, que trata se ser compensado con la fortificación de la harina. En cambio, los polvos producidos en ITCA, han sido tratados de tal forma que se conserven al máximo sus propiedades nutricionales.

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.

### 7.7. RESULTADOS DE PRUEBAS DE HUMEDAD

Todos los alimentos, no importan si son deshidratados o desecados, tienen agua dentro de su composición. Para cuantificarla, se empleó un método gravimétrico, los resultados son:

Tabla 9. Resultado de análisis de humedad a muestras de polvos de restos de vegetales.

	% Promedio de humedad
<b>Polvo de cáscaras de papa</b>	1.72%
<b>Polvo de cáscaras de plátano</b>	1.10%
<b>Polvo de restos de repollo</b>	2.19%

Fuente: Elaboración propia.

Según el NSO RTCA 67.01.15:06. Harina de Trigo fortificada. Especificaciones, la humedad máxima en harinas debe ser 14.0%; por lo tanto, los tres polvos de restos de vegetales cumplen con esta especificación.

### 7.8. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CARBOHIDRATOS

Se determinaron por espectrofotometría de absorción molecular, espectro visible, por el método de fenol sulfúrico. Por lo cual, 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:

### Curva de calibración para carbohidratos (glucosa) a 540 nm

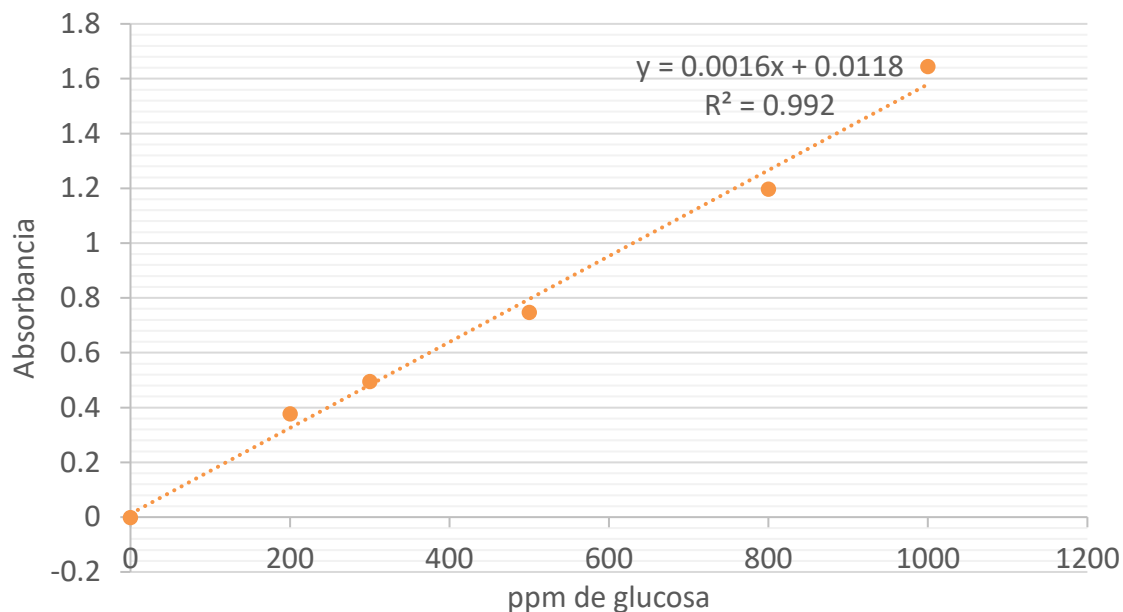


Figura 9. Curva de calibración para carbohidratos (como glucosa). [Elaboración propia]

Las absorbancias correspondientes a las soluciones estándares y soluciones de las muestras de los polvos procesados; así como, su concentración respectiva se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10. Resultados de carbohidratos totales (como glucosa).

POLVO	Absorbancia	Concentración (ppm)	Factor dilución 1:50	% p/p	% p/p promedio
CÁSCARA DE PAPA	0.5930	363.3	9081.3	4.54	4.51
	0.2987	179.3	8965.6	4.48	
CÁSCARA DE PLATANO	3.1686	1973.0	49325.0	24.66	23.74
	1.4720	912.6	45631.3	22.82	
RESTOS DE REPOLLO	6.0000	3742.6	93565.6	4.67	4.43
	2.6895	1673.6	83678.1	4.18	

Fuente: Elaboración propia

De los tres polvos analizados, el que mayor contenido de carbohidratos presenta es el obtenido de la cáscara de guineo. 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.

Del contenido de carbohidratos de los polvos de la cáscara de papa y de restos de repollo, aunque son significativamente menores a los encontrados en la cáscara de guineo; tampoco son cantidades despreciables; tomando en cuenta que la mínima cantidad de carbohidratos requerida por una persona para no entrar en cetosis es de: 50 gramos al día [4]. De tal forma, que cualquiera de estos dos productos pudiera servir de complemento para la elaboración de alimentos que necesiten suplir su dosis de carbohidratos.

## 7.9. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE 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 (se pueden consultar los cálculos en el Anexo A). Estos son los resultados:

Tabla 11. Resultados globales de porcentaje de grasas en muestras de polvos.

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

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos, las muestras reportan valores inusualmente altos. Esto se podría deber a: 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.

Ahora bien, para la mayoría de los adultos, las grasas ingeridas en la alimentación deberían aportar al menos el 15 por ciento de su consumo energético [5] Si se traduce esto a masa, tomando en cuenta un requerimiento diario de 2,100 kcal para un adulto promedio, y considerando que el valor energético promedio de las grasas es de 9 kcal, se tiene que se pueden necesitar aproximadamente 67 gramos de grasas al día. Por lo tanto, los tres sustratos podrían servir como complemento de una dieta balanceada, tomando en cuenta que las grasas de origen vegetal son grasas insaturadas, cuya ingesta es recomendada para conservar una adecuada salud cardiovascular.

## 7.10. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

La cantidad de proteínas contenida en las muestras de cáscaras deshidratadas se determinó por el método Kjeldahl (se pueden consultar los cálculos en el Anexo A). 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 12. Resultados de determinación de proteínas en muestras de polvos.

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

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse, de las tres muestras, la que presenta el mayor contenido de proteínas es el polvo de cáscara de plátano. Las otras dos muestras presentan un contenido casi nulo del analito.

En términos nutricionales, la cantidad diaria recomendada (CDR o RDA en inglés) han sido definidas por el Food and Nutritional Board desde 1941, y es la dosis mínima que se debe consumir de un nutriente para mantenerse sano. En ese sentido, la RDA de proteínas para adultos sanos (hombres y mujeres, entre 20 y 49 años<sup>1</sup>) oscila entre los 41 y 54 gramos diarios. Se puede decir entonces que, cualquiera de estos tres polvos no presenta aportes significativos de proteína a la dieta de una persona.

### 7.11. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICRONUTRIENTES

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, tal y como se detalló en el apartado anterior. Los resultados por cada elemento se presentan a continuación:

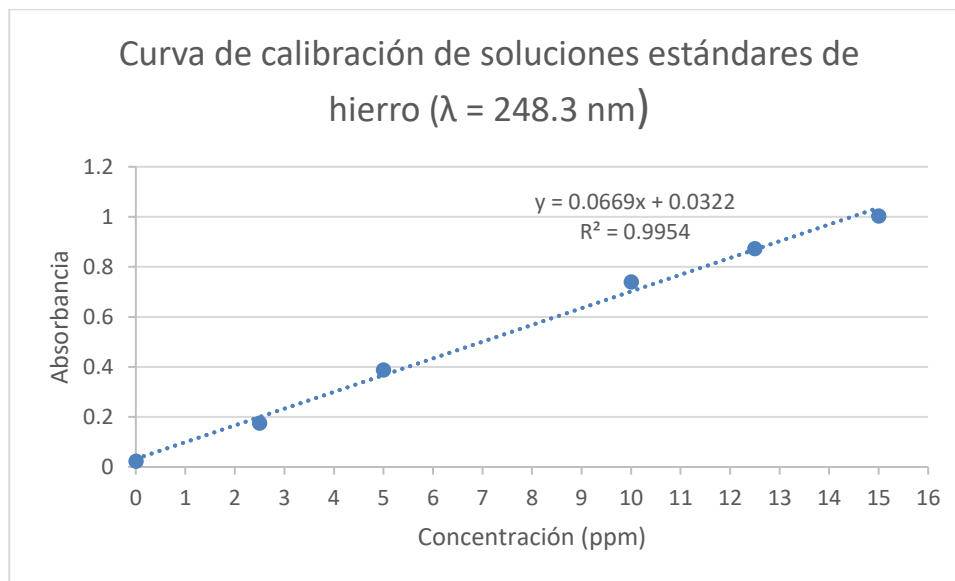
#### Contenido de hierro

El hierro es un mineral indispensable el correcto funcionamiento de nuestro organismo, pues es componente estructural de la hemoglobina.

Para cuantificarlo se elaboró una curva de calibración con soluciones estándares de hierro, a las cuales se les midió su absorbancia a 248.3 nm. La cual se presenta a continuación:

---

<sup>1</sup> Consultar en el Anexo \_\_\_ la tabla de “Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española”



**Figura 10. Curva de calibración de soluciones estándares de hierro. [Elaboración propia]**

Las absorbancias de las soluciones estándares y de las muestras de cáscaras de vegetales deshidratados se muestran a continuación:

Tabla 13. Absorbancias de soluciones estándares de hierro y de muestras.

Solución estándar (ppm)	Absorbancia
0	0.0238
2.5	0.1762
5	0.3888
10	0.7399
12.5	0.8729
15	1.0043
Muestra de polvo de cáscara de papa	1.0185
Muestra de polvo de restos de repollo	0.3364
Muestra de polvo de cáscara de plátano	0.4086

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de hierro en mg por cada 100 gramos de polvo son:

Tabla 14. Concentraciones de hierro (mg/100 g) de muestras de polvos.

Tipo de muestra	Concentración de Fe (mg por cada 100 gramos base seca)
Muestra de polvo de cáscara de papa	110.58
Muestra polvo de restos de repollo	39.76
Muestra de polvo de cáscara de plátano	63.83

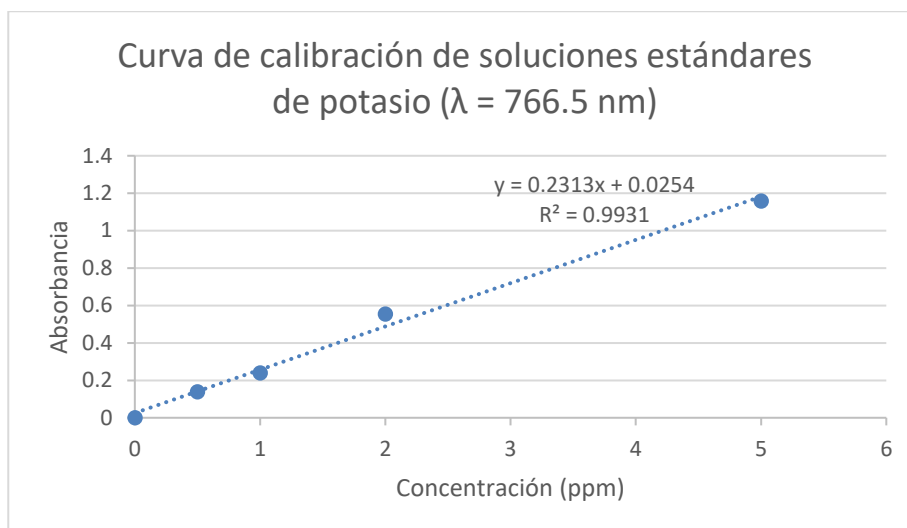
Fuente: Elaboración propia

La cantidad diaria recomendada (RDA) de hierro para adultos sanos (hombres y mujeres, entre 20 y 49 años) oscila entre los 10 a 18 miligramos diarios. En todos los casos, las muestras presentan un alto contenido de hierro, el cual sobrepasa incluso el requerimiento diario. Por lo tanto, aun con una pequeña cantidad de polvo se puede complementar los requerimientos nutricionales de este mineral en la dieta de una persona sana. Una recomendación para aprovechar esta característica sería: utilizar dosis adecuadas de estos polvos para complementar el contenido de hierro en diversos productos alimenticios.

## Contenido de potasio

El potasio es un un electrolito, al igual que el sodio y el cloro, que colabora en la presión y concentración de sustancias en el interior y exterior de las células.

Para cuantificarlo se elaboró una curva de calibración con soluciones estándares de potasio, a las cuales se les midió su absorbancia a 766.5 nm. El grafico resultante es el siguiente:



**Figura 11. Curva de calibración de soluciones estándares de potasio. [Elaboración propia]**

Las absorbancias de las soluciones estándares y de las muestras de cáscaras de vegetales deshidratados se muestran a continuación:

Tabla 15. Absorbancias de soluciones estándares de potasio y de muestras.

Solución estándar (ppm)	Absorbancia
0	0.0005
0.5	0.139
1	0.2402
2	0.5547
5	1.1587
Muestra de polvo de cáscara de papa	0.2991
Muestra de polvo de restos de repollo	0.3240
Muestra de polvo de cáscara de plátano	0.4678

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de potasio en mg por cada 100 gramos de polvo son:

Tabla 16. Concentraciones de potasio (mg/100 g) de muestras de polvos.

Tipo de muestra	Concentración de K (mg por cada 100 gramos base seca)
Muestra de polvo de cáscara de papa	29.58
Muestra de polvo de restos de repollo	32.27
Muestra de polvo de cáscara de plátano	47.82

Fuente: Elaboración propia

Nutricionalmente hablando, la cantidad diaria recomendada (RDA) de potasio para adultos es de 3,500 miligramos diarios. Los tres polvos por si solos, no satisfacen este requerimiento pero si tienen un contenido de este mineral bastante significativo.

### Contenido de calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo. Se encuentra presente en gran cantidad en los huesos y dientes.

Para cuantificarlo se elaboró una curva de calibración con soluciones estándares de calcio, a las cuales se les midió su absorbancia a 422.7 nm.

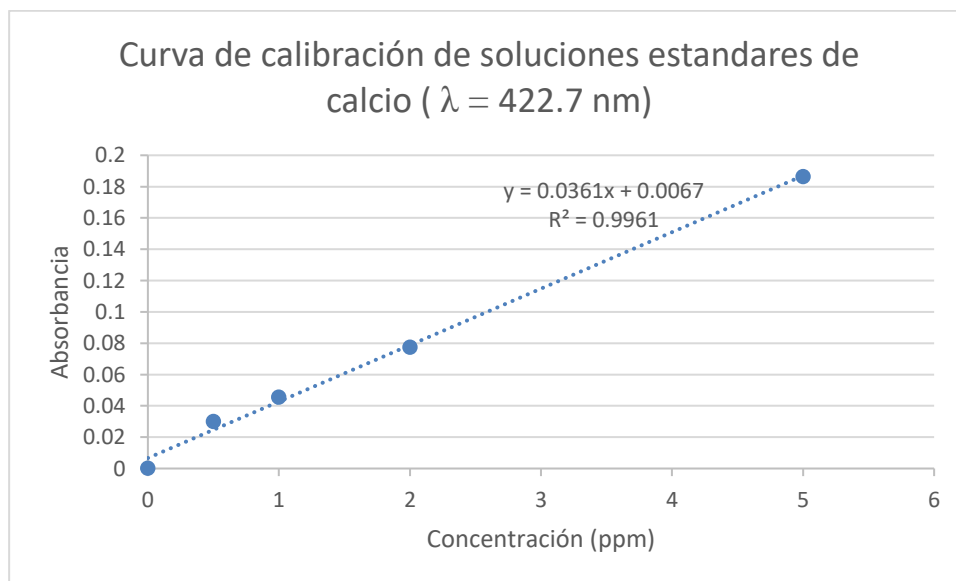


Figura 12. Curva de calibración de soluciones estándares de calcio. [Elaboración propia]

Las absorbancias de las soluciones estándares y de las muestras de cáscaras de vegetales deshidratados se muestran a continuación:

Tabla 17. Absorbancias de soluciones estándares de calcio y de muestras.

Solución estándar (ppm)	Absorbancia
0	0.0003
0.5	0.0301
1	0.0456
2	0.0774
5	0.1864
Muestra de polvo de cáscara de papa	0.0131
Muestra de polvo de restos de repollo	0.0113
Muestra de polvo de cáscara de plátano	0.0435

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de calcio en mg por cada 100 gramos de polvo.

Tabla 18. Concentraciones de calcio (mg/100 g) de muestras de polvos.

Tipo de muestra	Concentración de Ca (mg por cada 100 gramos base seca)
Muestra de polvo de cáscara de papa	24.00
Muestra de polvo de restos de repollo	22.33
Muestra de polvo de cáscara de plátano	54.03

Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto la cantidad de calcio en las tres muestras es relativamente bajo, tomando en cuenta que la cantidad diaria recomendada (RDA) de calcio para adultos es de 800 miligramos diarios; no significa que ninguno de estos tres sustratos pueda servir como materia prima para elaborar un producto alimenticio nutritivo.

## Contenido de zinc.

El zinc es necesario para que el sistema de defensa del cuerpo funcione apropiadamente. Participa en la división y el crecimiento de las células, al igual que en la cicatrización de heridas y en el metabolismo de los carbohidratos.

Para cuantificarlo se elaboró una curva de calibración con soluciones estándares de zinc, a las cuales se les midió su absorbancia a 213.9 nm.

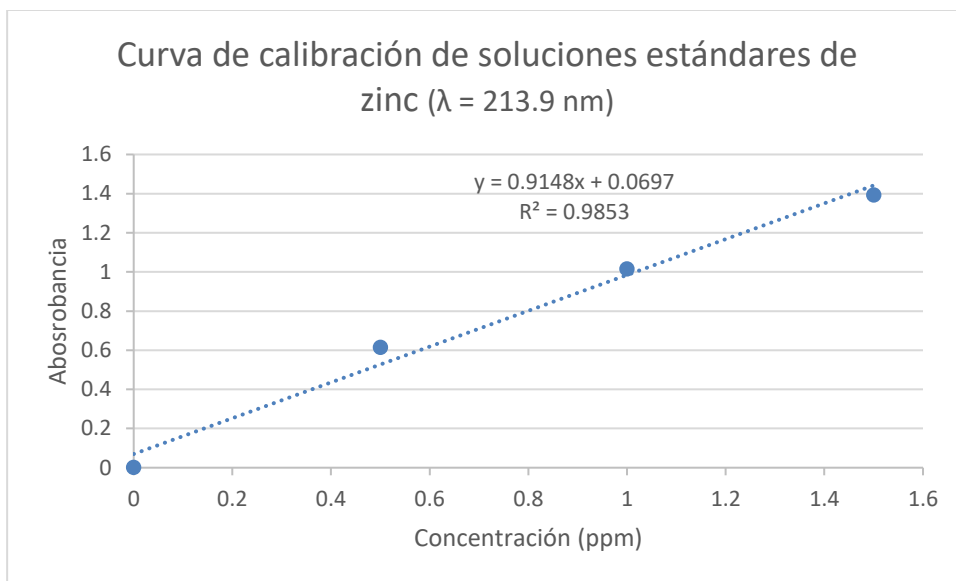


Figura 13. Curva de calibración de soluciones estándares de zinc. [Elaboración propia]

Las absorbancias de las soluciones estándares y de las muestras de cáscaras de vegetales deshidratados se muestran a continuación:

Tabla 19. Absorbancias de soluciones estándares de zinc y de muestras.

Solución estándar (ppm)	Absorbancia
0	0.0014
0.5	0.6140
1	1.0154
1.5	1.3922
Muestra de polvo de cáscara de papa	0.1054
Muestra de restos de repollo	0.2234
Muestra de polvo de cáscara de plátano	0.1347

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de zinc en mg por cada 100 gramos de polvo.

Tabla 20. Concentraciones de zinc (mg/100 g) de muestras de polvos.

Tipo de muestra	Concentración de Zn (mg por cada 100 gramos base seca)
Muestra de polvo de cáscara de papa	0.39
Muestra de restos de repollo	1.68
Muestra de polvo de cáscara de plátano	0.71

Fuente: Elaboración propia

De los tres polvos, ninguno de ellos representa un aporte significativo de cinc, si se toma en cuenta como referencia la cantidad diaria recomendada (RDA) para adultos; la cual es de 15 miligramos diarios.

En resumen, las características fisicoquímicas y microbiológicas de los polvos obtenidos de las cascara plátano, papa y restos de repollo son:

Tabla 21. Resumen de resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de polvos de cáscaras.

Determinación.	Polvo de cáscara de plátano.	Polvo de cáscara de papa.	Polvo de restos de repollo.
Tamaño de partícula.	250-425 $\mu\text{m}$	250-425 $\mu\text{m}$	250-425 $\mu\text{m}$
Humedad.	1.10%	1.72%	2.19%
Grasas.	25.33%	15.42%	16.82%
Carbohidratos.	23.74%	4.51%	4.43%
Cenizas	10.76%	6.23%	7.57%
Proteínas.	5.03%	0.66%	0.53%
Hierro.	63.83 mg/100 g base seca	110.58 mg/100 g base seca	39.76 mg/100 g base seca



Potasio.	47.82 mg/100 g base seca	29.58 mg/100 g base seca	32.27 mg/100 g base seca
Calcio.	54.03 mg/100 g base seca	24.00 mg/100 g base seca	22.33 mg/100 g base seca
Zinc.	0.71 mg/100 g base seca	0.39 mg/100 g base seca	1.68 mg/100 g base seca
E. coli	Ausencia.	Ausencia.	< 50 UFC/g
Coliformes totales.	Ausencia.	Ausencia.	< 50 UFC/g
Mohos y levaduras.	Ausencia.	Ausencia.	< 50 UFC/g

Fuente: Elaboración propia.

### 7.12. FICHAS TÉCNICAS DE LAS PREMEZCLAS.

Las premezclas se realizaron en la Cafetería Escuela de la institución, 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 22. Fichas técnicas de las premezclas de polvos con harina de trigo.

Producto base	Porcentaje en peso	Polvo utilizado	Porcentaje en peso
Harina de trigo	75 %	Polvo de plátano	25%
Harina de trigo	85 %	Polvo de repollo	15%
Harina de trigo	75 %	Polvo de papa	25%

Fuente: Elaboración propia.

### 7.13. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE LAS RECETAS.

La selección de las recetas propuestas en esta investigación, se desarrollaron de la siguiente manera:

1. Se recolectó las cáscaras de plátano, papa y restos de repollo, generadas en la producción de alimentos de la cafetería escuela de ITCA FEPADE.
2. Se creó un protocolo [1] para sanitizar y deshidratar las cáscaras, para cada vegetal,
3. La escuela de química de ITCA FEPADE y el parque tecnológico de agroindustria PTA, realizaron el

análisis bromatológico de cada polvo, para poder determinar sus aportes nutricionales y tomar la referencia para crear recetas de alimentos aptos para el consumo humano.

4. En la escuela de alimentos, se realizaron pre mezclas con polvos de: Plátano al 25% y harina de trigo al 75%; papa 25% y harina de trigo 75%; repollo 15% y harina de trigo 85%.
5. Los porcentajes de las pre mezclas, antes citadas; se crearon a partir de las recomendaciones de expertos del PTA.
6. Posterior a esa etapa se creó una propuesta inicial de 25 recetas de alimentos, considerando las propiedades del olor, sabor y texturas de cada pre mezcla. Luego se redujo a 16 recetas, a las que se les realizó pruebas (hedónicas) sensoriales a través la técnica cualitativa focus group; para obtener las opiniones de la percepción de las recetas elaboradas.
7. El valor nutricional de cada receta se realizó de la siguiente manera:

El valor nutricional de cada receta se calculó a partir de los resultados del análisis bromatológico realizado en la Escuela de Química y el PTA, sobre esa base se consideró los siguientes componentes:

- Calorías
- Proteínas (g)
- Carbohidratos (g)
- Grasas (g)
- Sodio (mg)
- Colesterol (mg)
- Fibra (g)

El procedimiento para obtener la información de cada componente es el siguiente:

1. Se consideraron los datos de los ingredientes de la tabla de composición química de INCAP (Menchú MD; Méndez, H. **Tabla de composición de alimentos de Centroamérica INCAP**. 2007 Guatemala/OPS 2ª Edición.)
2. Según las cantidades que se necesitan en la receta, se calculan por regla de tres simple.
3. El valor nutricional (proteínas, calorías, carbohidratos entre otros) de los polvos de papa, plátano y repollo se obtuvieron de los resultados brindados por la Inga. Alma García docente investigadora de la Escuela de Química.

Ej. Receta croqueta con pre mezcla de papa

Alimento	Cantidad (g)	Calorias	CHON (g)	GRASA (g)	CHO (g)	Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Fibra (g)
Papa	460	354.2	9.292	0.414	80.362	0	27.6	10.12
Agua	2000	0	0	0	0	0	0	0
Sal	10	0	0	0	0	0	38.55	0
Queso mozzarella	120	360	26.604	26.82	2.628	94.8	752.4	0
Huevo	120	176.4	15.096	11.928	0.924	507.6	168	0
**Polvo de papa	120	190.8	0.792	18.504	5.412	0	0	0
Aceite vegetal	240	2121.6	0	240	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3070</b>	<b>3203</b>	<b>51.784</b>	<b>297.666</b>	<b>89.326</b>	602.4	986.55	10.12

Por Porcion (120 g la porción)	120	125.1986971	2.02413029	11.6351531	3.49157003	23.5465798	38.562215	0.39557003
--------------------------------	-----	-------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------

\*\* Valores Obtenidos de investigación.

- En la fase final, se creó un libro de recetas, con su etiqueta del valor nutricional; como resultado de la investigación realizada.

[1] Consultar en página 22 numeral 6.4 “Recolección y tratamiento de las cáscaras y restos de vegetales”.

#### 7.14. RESULTADOS DE 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: Msc. Vilma Ruth Calderón de Zacatares (Investigadora Senior) e Inga. Ruth Michelle Medina (Investigadora Junior), ambas profesionales son expertas en el área de la formulación de productos para la industria alimentaria. Se les entregó 2.5 kilogramos de muestras de cada polvo, producidos en ITCA - FEPADE, a los cuales se les practicó análisis granulométrico y también se utilizaron como materias primas para elaborar diferentes formulaciones de productos alimenticios conservados, tales como:

- Galleta de polvo de cáscara de plátano.
- Barra nutritiva.
- 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 empaqueo para cada producto formulado. Este informe puede ser consultado íntegramente en el Anexo E.

## **7.15. RESULTADOS DE FOCUS GROUP.**

El Focus Group, es un método o forma de recolectar información necesaria para una investigación, consiste en reunir a un pequeño grupo de entre 6 a 12 personas con el fin de contestar preguntas y generar una discusión en torno a un tipo de producto, servicio, idea, publicidad, entre otros; en esta actividad se contó con la presencia de 11 personas, para realizar las pruebas hedónicas, que consisten en realizar pruebas sensoriales a un segmento potencial de consumidores. Las pruebas hedónicas, son pruebas sensoriales, que se realizan para obtener la percepción de consumidores, miden la preferencia de estos hacia un producto, buscando la aceptación del mismo en el mercado. Estas pruebas se realizaron utilizando el “Método de Escala Hedónica Verbal para medir las preferencias alimentarias”. De Peryam, DR, y Pilgrim, FJ (1957). Se utilizó este método debido a que por la naturaleza del producto realizado es el que se adaptaba, en la búsqueda de resultados que nos permitieran tener datos concretos e inmediatos.

A continuación, se muestra la herramienta utilizada. Con la escala de criterios y nombre de las recetas.

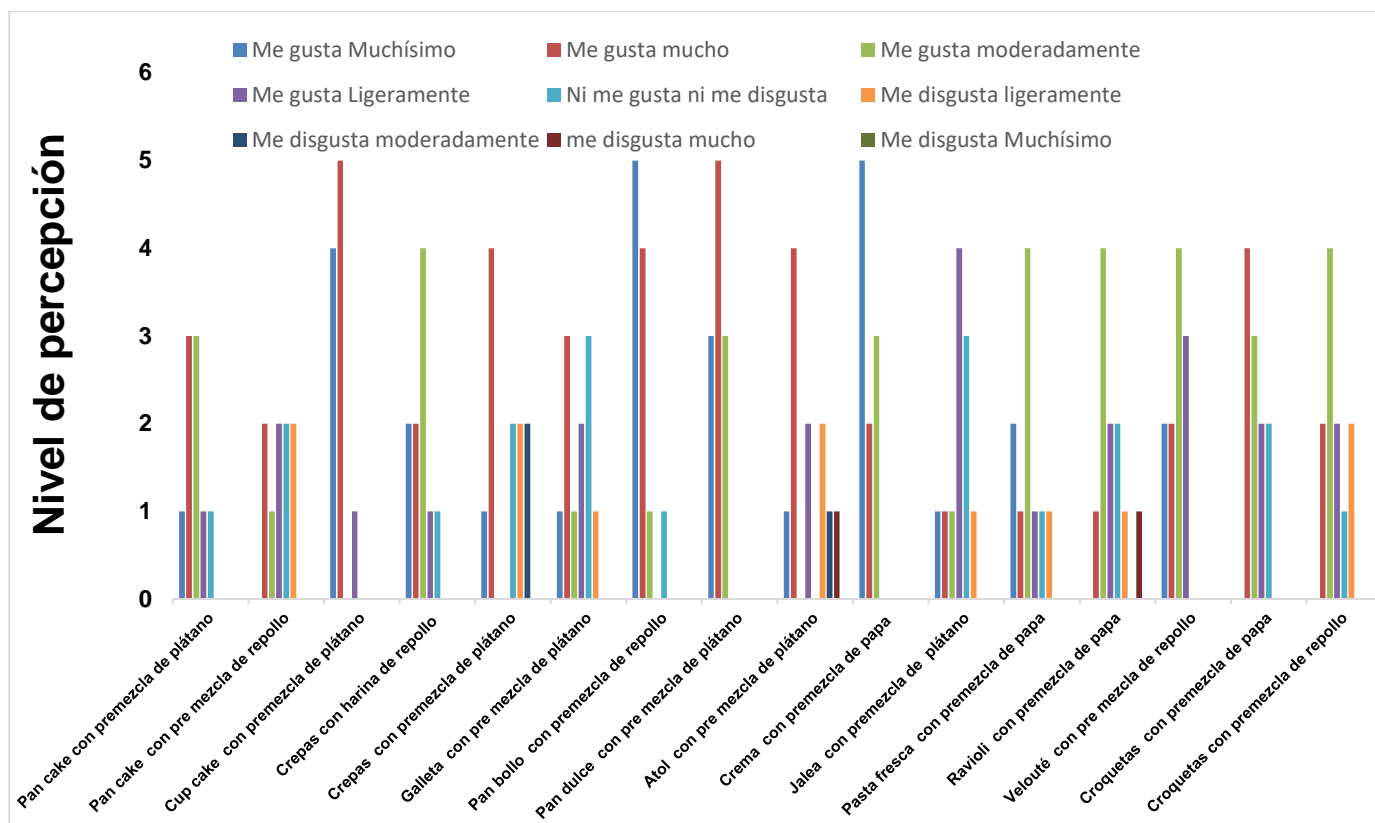
Preparación	Me gusta Muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta Ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta moderadamente	me disgusta mucho	Me disgusta Muchísimo	Total PAX
Pan cake con pre mezcla de plátano										
Pan cake con pre mezcla de repollo										
Cup cake con pre mezcla de plátano										
Crepas con harina de repollo										
Crepas con pre mezcla de plátano										
Galleta con pre mezcla de plátano										
Pan bollo con pre mezcla de repollo										
Pan dulce con pre mezcla de plátano										
Atol con pre mezcla de plátano										
Crema con pre mezcla de papa										
Jalea con pre mezcla de plátano										
Pasta fresca con pre mezcla de papa										
Ravioli con pre mezcla de papa										
Velouté con pre mezcla de repollo										
Croquetas con pre mezcla de papa										
Croquetas con pre mezcla de repollo										

## 7.16. RESULTADOS DE PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL Y FOCUS GROUP.

**Tabla 23.** Resultados de Focus Group. Fuente: Elaboración propia.

Preparación	Me gusta Muchísimo	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me gusta Ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta moderadamente	me disgusta mucho	Me disgusta Muchísimo	Total PAX
Pan cake con premezcla de plátano	1	3	3	1	1	0	0	0		9
Pan cake con pre mezcla de repollo	0	2	1	2	2	2	0	0		9
Cup cake con premezcla de plátano	4	5	0	1	0	0	0	0		10
Crepas con harina de repollo	2	2	4	1	1	0	0	0		10
Crepas con premezcla de plátano	1	4	0		2	2	2	0		11
Galleta con pre mezcla de plátano	1	3	1	2	3	1	0	0		11
Pan bollo con premezcla de repollo	5	4	1	0	1	0	0	0		11
Pan dulce con pre mezcla de plátano	3	5	3	0	0	0	0	0		11
Atol con pre mezcla de plátano	1	4	0	2	0	2	1	1		11
Crema con premezcla de papa	5	2	3	0	0	0	0			10
Jalea con premezcla de plátano	1	1	1	4	3	1	0			11
Pasta fresca con premezcla de papa	2	1	4	1	1	1	0			10
Ravioli con premezcla de papa	0	1	4	2	2	1	0	1		11
Velouté con pre mezcla de repollo	2	2	4	3	0	0	0			11
Croquetas con premezcla de papa	0	4	3	2	2	0	0			11
Croquetas con premezcla de repollo	0	2	4	2	1	2	0			11

En la Tabla 23 se muestran los resultados cuantitativos, obtenidos en la prueba hedónica para cada una de las recetas, con 9 indicadores, la columna en color naranja, indica “ni me gusta, ni me disgusta”, es decir la tendencia de aceptación y no aceptación de las recetas. Los puntajes 4, 5; obtenidos y marcados en color rojo, demuestran las recetas de mayor aceptación por los comensales.



Representación gráfica de resultados de la prueba hedónica; indican que los platillos con mayor aceptación fueron el **pan bollo con pre mezcla de repollo**, **crema con pre mezcla de papa**, **cup cake con pre mezcla de plátano**, **pan dulce con pre mezcla de plátano**, **crema con pre mezcla de papa**, y **crepas con pre mezcla de plátano**.



Figura 13. Asistentes al Focus Group

## 7.17. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 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 24. 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.

Fuente: Elaboración propia.

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 requiere invertir tiempo y masas de entrada grandes, para lograr cantidades importantes de producto final, que permitan elaborar productos de consumo masivo.

### 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. Se puede decir, que los polvos de restos de vegetales cumplen con los requisitos microbiológicos de la normativa local. Además, que, se puede concluir que en el proceso de transformación de restos de vegetales a polvos, se pusieron en vigencia las Buenas Prácticas de Manufactura, pues se elaboró un producto inocuo en términos microbiológicos.

### Características fisicoquímicas de los polvos obtenidos.

En cuanto a características como: tamaño de partícula, porcentajes de humedad y cenizas; los polvos obtenidos en ITCA, difieren grandemente de la harina de trigo (que es el otro sustrato con el que se fabricaron las pre mezclas). Esto en sí mismo, no es un defecto, pero si puede generar problemas a la hora de integrar los polvos con la harina, y originar algunas características que podrían disgustar al consumidor final (aparición heterogénea, grumos en la pre mezcla, textura de los alimentos “arenosa”, entre otros).

### Valor nutricional de los polvos obtenidos.

Se tomó como referencia documentos y recomendaciones de la FAO/OMS y de la Food and Nutrition Board (Estados Unidos), 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 consistía en 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, sobretodo llama la atención su relativo alto contenido de minerales potasio y hierro, los cuales son indispensables para el funcionamiento correcto de nuestro organismo.

Debido a esto, se sugiere que estos polvos sean utilizados como fortificadores en productos alimenticios que presenten carencias en nutrientes específicos (carbohidratos, hierro, calcio y potasio). A continuación, puede verse un cuadro resumen de los contenidos de macro y micro nutrientes en los tres polvos:

Tabla 25. Cantidades de nutrientes referidas a 100 gramos de restos de vegetales procesados, en polvo. BASE SECA.

Nombre	Carbohidratos	Grasas	Proteínas	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Calcio (mg)	Zinc (mg)
Polvo de cáscara de papa	4.51%	15.42%	0.66%	110.58	29.58	24.00	0.39
Polvo de cáscara de guineo	23.74%	25.33%	5.03%	63.83	47.82	54.03	0.71
Polvo de restos de repollo	4.43%	16.82%	0.53%	39.76	32.27	22.33	1.68

Fuente: Elaboración propia.

## 8. CONCLUSIONES.

- Se logró comprobar la hipótesis planteada en este estudio, pues los polvos obtenidos de las cáscaras deshidratadas se pudieron utilizar como materias primas para la elaboración de diversos productos alimenticios, conservados y no conservados. La importancia de este estudio radica en el aspecto que se utilizaron materias primas que son consideradas como sub productos, e incluso como desechos en la industria alimentaria; y en este caso se ha demostrado que es posible darles una “segunda vida útil”. De esta forma, 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 ingenierías ITCA – FEPADE, cumplen con los requisitos microbiológicos estipulados en el Reglamento Técnico Centroamericano. “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos”. 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), 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). Y 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, y los cuales son:

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.

Se debe a que los restos vegetales tienen una gran cantidad de agua en su composición, especialmente el repollo. Por lo cual, 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 o utilizando energía solar, en lugar de estufas eléctricas.

- Con los resultados de las recetas, se demostró, que se pueden realizar alimentos aptos para el consumo humano por su valor nutricional obtenido que contribuye a la salud.
- La elaboración de los polvos de cáscaras de vegetales, representa un costo de producción importante, por lo que, la viabilidad es un punto a considerar.
- Las cualidades que poseen este tipo de recetas pueden ser aprovechadas para crear sub productos en el sector industrial de alimentos.
- Las iniciativas de esta naturaleza contribuyen a posicionar a la escuela especializada en ingenierías ITCA - FEPADE, como una institución que contribuye en la generación de nuevos conocimientos en beneficio de la sociedad.

## 9. RECOMENDACIONES.

- Divulgar esta iniciativa con empresas de la industria de alimentos para un potencial interés, para crear enriquecedores de alimentos naturales.
- Proponer un plan de desarrollo de productos a base de pre mezclas de plátano, papa y restos de repollo, dentro de Cafetería Escuela de ITCA –FEPADE, para sensibilizar a los estudiantes de la carrera.
- Divulgar con la población de estudiantes y colaboradores del ITCA, los resultados de esta investigación.

- Participar en ferias de ciencia, tecnología y emprendedurismo internacionales y locales, para contribuir a generar conocimiento en la línea de seguridad alimentaria.
- Considerar la utilización del polvo de la cáscara de plátano en la bio fortificación de pre mezclas (panificación o bebidas instantáneas) por su gran contenido nutricional y su agradable sabor.

## 10. GLOSARIO

**Absorbancia:** La medida de absorbancia se usa con frecuencia en química analítica y en bioquímica, ya que la absorbancia es proporcional al camino óptico de la muestra y a la concentración de la sustancia en ésta, en contraste con la transmitancia  $I / I_0$ , que varía exponencialmente con el grosor y con la concentración de la muestra.

**Análisis sensorial:** El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima.

**Base seca:** A veces es necesario independizar los resultados obtenidos del contenido acuoso presente en la muestra. Entonces se expresa en % de los diversos componentes descontando la cantidad de agua que tiene el alimento. Los valores en “base seca” son, obviamente, mayores que los informados respecto al producto “tal cual” (base húmeda).

**Curva de calibración:** es una función de transferencia que relaciona la entrada con la salida. El método se basa en la relación proporcional entre la concentración y una determinada señal analítica (propiedad). En este estudio se relacionó concentración vs absorbancia.

**Espectrofotometría:** Es un método científico utilizado para medir cuánta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra, basándose en la Ley de Beer-Lambert. Esta medición también puede usarse para medir la cantidad de un producto químico conocido en una sustancia.

**Harina:** Polvo que resulta de la molienda del trigo o de otras semillas.

**Macronutriente:** En nutrición, los macronutrientes son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo. Los principales son carbohidratos, proteínas, y grasos o lípidos.

**Merma:** Una merma es una pérdida o reducción de un cierto número de mercancías o de la actualización de un inventario que provoca una fluctuación, es decir, la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía dentro de un establecimiento, negocio o empresa.

**Método Soxhlet:** La extracción sólido-líquido es una operación que consiste en separar un líquido retenido en una sustancia sólida, empleando un disolvente al cual el sólido transfiere el líquido. El método en sí consiste en poner en contacto el líquido con un sólido durante un lapso de tiempo determinado, quedando disuelta en el solvente la sustancia buscada. Luego, el material disuelto o soluto se recupera por evaporación o cristalización.

Este tipo de extracción sólido-líquido se realiza habitualmente en un aparato denominado Soxhlet.

**Micronutriente:** sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis. Son sustancias indispensables para los diferentes procesos metabólicos de los organismos vivos y sin ellos podrían morir. Desempeñan importantes funciones catalizadoras en el metabolismo como cofactores enzimáticos, al formar parte de la estructura de numerosas enzimas (grupos prostéticos) o al acompañarlas (coenzimas). En los animales engloba las vitaminas y minerales y estos últimos se dividen en minerales y oligoelementos. Estos últimos se necesitan en una dosis aún menor.

**Mineral:** Los minerales son sustancias inorgánicas distribuidas ampliamente por la naturaleza y presentes también en los alimentos. Son componentes esenciales para el ser humano, el organismo no los puede sintetizar a partir de otros compuestos. Se encuentran en el cuerpo formando parte de diversas estructuras como dientes, huesos, sangre, etcétera.

Los minerales que se consideran esenciales en nutrición suman un total de 26. Entre ellos: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, hierro, cinc, yodo, cobre, manganeso y flúor.

**Polvo:** es un nombre genérico para las partículas sólidas con un diámetro menor a los 500 micrómetros. En este estudio, se considera polvo al producto de la molienda de cáscaras deshidratadas de papa y plátano y de los restos de repollo.

**Premezcla:** La premezcla es una mezcla de aditivos para alimentación con vehículos para alimento o agua de bebida utilizadas como soporte que no se destinan a la alimentación directa. También es conocido como concentrado. Ejemplo: premezcla para elaborar pancakes.

**Pruebas hedónicas:** En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso.

**Residuo:** materia inservible que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa.

**Solución estándar:** En química analítica, una solución estándar o disolución estándar es una disolución que contiene una concentración conocida de un elemento o sustancia específica.

**Vida de anaquel:** se considera como el periodo de tiempo en el cual el alimento conserva los atributos esperados por el consumidor y es el momento adecuado para comercializarlo. Es esencial identificar y medir éstos atributos críticos del alimento en relación a su sabor, textura, color y otras características sensoriales, así como las variables que producen el deterioro de éstos atributos como la rancidez, decoloración o mal olor y bajo qué circunstancias (tiempo-temperatura). Esto ayuda a determinar su perfil de calidad, y en base a éste, medir su deterioro durante su vida de anaquel, hasta el punto que éste no sea aceptable por el consumidor.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. V. García, «Elaboración de una bioresina intercambiadora de cationes para eliminar metales pesados en aguas a partir de cascara de plátano o guineo,» Santa Tecla, 2014.
- [2] M. R. Boniolo, «Biossorcao da uranio nas cascas de banana,» Sao Paolo, 2008.
- [3] S. A. Chacón, «Manual de procesamiento de frutas tropicales a escala artesanal, en El Salvador.,» Ministerio de Agricultura y Ganadería., Santa Tecla, 2006.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Los carbohidratos en la nutrición humana, F. a. A. O. o. t. U. N. (FAO), Ed., 1999, p. 152.
- [5] 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.
- [6] E. A. Arriola Lara y F. E. Velásquez Martell, «EVALUACION TECNICA DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS),» San Salvador, 2016.
- [7] I. & G. M. Ashoush, «Utilization of mango peels and seidd kernels powders as sources of phytochemicals in buscuit,» *World Journal of Dairy & Food Sciences*, vol. 6, nº 1, pp. 35-42, 2011.
- [8] C. Ajila, S. Bhat y U. Prasada Rao, «Valuable componentes of raw and ripe peels from two indian mango varieties.,» *Food Chemistry*, vol. 102, pp. 1006-1011, 2007.
- [9] H. Kim, H. Moon, D. Kim, M. Lee, Y. Cho, A. Kim, Mossadik y S. Cho, «Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel,» *Fod Chem*, vol. 121, pp. 429-436, 2010.
- [10] I. Barcellos, R. Giovanella, L. Chiarello y A. Blosfeld, «Remocao de cor de solucoes de corantes reativos com cinza de casca de arroz,» *Dynamis*, vol. 15, nº 8, 2009.

## 12. ANEXOS

### 12.1. ANEXO A. CÁLCULOS DE DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS DE POLVOS DE RESTOS DE VEGETALES DESHIDRATADOS.

Determinación de humedad.

	Peso de capsula vacía, antes de calentar <b>M</b> (g)	Peso de muestra (g)	Peso de cápsula con residuo, después de calentar <b>m</b> (g)	$\frac{(M - m) \times 100}{Muestra}$ Porcentaje de humedad (%)	PROMEDIO
<b>Cáscaras de papa deshidratadas</b>	25.5828	2.0000	27.5685	0.71	1.72%
	28.5680	2.0000	30.5137	2.72	
<b>Cáscaras de plátano deshidratadas</b>	29.0000	2.0000	30.9773	1.14	1.10%
	27.0734	2.0000	29.0523	1.06	
<b>Restos de repollo deshidratados.</b>	34.4977	2.0000	36.4606	1.86	2.19%
	39.5219	2.0000	41.4715	2.52	

Determinación de cenizas.

	Peso de crisol vacío, antes de calentar (g)	Peso de muestra (g)	peso crisol con muestra después de calentar (g)	%CENIZAS	PROMEDIO
<b>Cáscara de papa deshidratadas</b>	27.6250	1.0127	27.6850	6.30	<b>6.23%</b>
	31.4730	1.0026	31.5312	6.16	
<b>Cáscaras de plátano deshidratadas</b>	30.1948	1.0019	30.2938	10.96	<b>10.76%</b>
	20.9515	1.0010	21.0470	10.55	
<b>Restos de repollo deshidratados</b>	12.0638	1.0010	12.1346	7.61	<b>7.57%</b>
	11.9095	1.0067	11.9800	7.53	

Determinación de grasas (Método soxhlet)

	Peso de papel filtro (g)	Peso de muestra <b>M</b> (g)	Peso de balón vacío <b>p</b> (g)	Peso de balón con grasa <b>P</b> (g)	% extracto etereo: $\frac{(P - p) \times 100}{M}$ % grasas
PAPA	1.9153	2.0000	112.3593	112.6677	15.42
GUINEO	1.9289	2.0000	110.1713	110.6779	25.33
REPOLLO	4.7165	2.0367	108.3772	108.7198	16.82

Determinación de proteínas.

	Peso de muestra (g)	Volumen gastado de HCl 0.083 N (mL)	$\%N = \frac{NHCl \times \text{Volumen gastado HCl} * 0.014mEqN}{\text{peso de muestra (g)}} \times 100$ %N	$\%prot = \%N * 5.7$ % proteínas
PAPA	0.5	0.5	0.1162	0.66234
GUINEO	0.5	3.8	0.88312	5.033784
REPOLLO	0.5	0.4	0.09296	0.529872

## 12.2. ANEXO B. BITÁCORAS DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLVOS DE RESTOS VEGETALES.

A continuación, se muestra el reporte de cáscaras procesadas para generar materia prima cáscaras deshidratadas.

De acuerdo a los resultados del proceso de deshidratado de cáscaras de plátano, papa y repollo; se presenta una muestra de los resultados obtenidos.

Junio a septiembre 2018

Responsables: Lcdo. Danilo Ventura y Lcdo. José Roberto Mendoza

### Semana del 17-21 septiembre

Cáscara	Peso inicial	Merma	A Procesar	Masa depolvo
Plátano	2551.56 g	382.73 g	2168.83	790 g
Papa	1135 g	179 g	956 g	615 g
Repollo	3245 g	486.75	2758 g	449

### Semana del 01-05 octubre

Cáscara	Peso inicial (g)	Merma (g)	A Procesar (g)	Rendimiento (g)
Plátano	7623	1023	6600	567
Papa	2258	338	1920	114
Repollo	3322	583	2739	162

### Semana del 08-12 octubre

Cáscara	Peso inicial (g)	Merma (g)	A Procesar (g)	Masa de polvo (g)
Plátano s/pulpa	2888	435	2453	163
Plátano c/pulpa	2325	-----	2325	248
Papa				50
Repollo	3090	459	2640	294

### Semana del 15-19 octubre

Observación: **A partir de esta semana ya no se retiró pulpa a las cáscaras de plátano.**



Cáscara	Peso inicial (g)	Merma (g)	A Procesar (g)	Masa de polvo (g)
Plátano c/pulpa	1619	-----	1619	283
Papa	4658	-----	4658	399
Repollo	7743	1162	6581	528

Cáscara	Peso inicial (g)	Merma (g)	A Procesar (g)	Masa de polvo (g)
Plátano	7623	1023	6600	567
Papa	2258	338	1920	114
Repollo	3322	583	2739	162

TABLA: Fecha de proceso del 01 al 05 octubre de 2018

Se observa que las cáscaras sometidas al proceso de deshidratado a temperatura de 65°C, han tenido una merma importante respecto al peso inicial. como se aprecia en la tabla 1: La cáscara de plátano presenta un peso inicial de 7,623 gr, sin pulpa reduce a 6,600 gr, y el rendimiento después del deshidratado tiene un peso de **567 gr**, por lo que la merma total es de 7,056 gr, que representa el 92.56%; con respecto a la cáscara de papa el peso inicial es de 2258gr, con una merma de 338 gr, el producto final tiene un peso de 114 gr, con una merma después de deshidratada de 2144 gr que representa el 94.95%. En el repollo la cantidad inicial es un peso de 3322 gr con una merma de 583 gr, y un rendimiento de 162 gr, por lo que la merma de deshidratación es de 3160 gr que representa el 95.12%. Como se muestra en la tabla 1, el proceso de elaboración de polvos de cáscaras de plátano, papa y restos de repollo; requiere invertir tiempo para lograr cantidades importantes, que permitan elaborar productos de consumo masivo. Es importante destacar que el sabor y aroma del polvo de repollo se potencia, y el del plátano disminuye significativamente.

### 12.3. ANEXO C. DATOS DE INGESTA DIARIA RECOMENDADA FAO/OMS

Recomendaciones de Nutrimientos para México

Recomendaciones de energía (Kcal) y proteínas (g) por día

Edad	Peso (Kg)	Sexo	Energía			Proteínas	
			Kcal			g/kg	Dieta mixta*
0-3 m	4.7	M-F	550				17
3-6 m	6.7	M-F	650			2.5	17
6-9 m	8.3	M-F	800			2.2	18
9-12 m	9.4	M-F	950			2.0	19
1-2 a	11.2	M-F	1100			1.6	18
2-3 a	13.4	M-F	1300			1.55	21
3-5 a	16.4	M-F	1500			1.5	25
5-7 a	20.7	M	1750			1.35	27
5-7 a	19.7	F	1600			1.35	27
7-10 a	26.7	M	2000			1.35	36
7-10 a	26.6	F	1700			1.35	36
<b>Actividad Física</b>							
Liviana Moderada Fuerte							
<b>Hombres</b>							
10-12	35		2050	2200	2400	1.35	47
12-14	42		2150	2350	2650	1.35	57
14-16	52		2350	2650	3050	1.3	68
16-18	62		2650	3000	3400	1.2	74
18-65	68		2650	3100	3600	1.0	68
≥ 65	65		2050	2300	2600	1.0	68
<b>Mujeres</b>							
10-12	36		1750	1900	2000	1.35	47
12-14	43		1850	2000	2150	1.3	56
14-16	48		1900	2100	2350	1.2	58
16-18	50		1950	2150	2400	1.1	55
18-65	53		1950	2100	2350	1.0	53
≥ 65	55		1750	1850	2100	1.0	53
Energía y proteína adicional:							
Embarazo	285						6

## **12.4. ANEXO E. GUÍA PARA LA MANIPULACIÓN DE RESTOS DE VEGETALES Y SU TRANSFORMACIÓN EN POLVOS**

### **GUÍA PARA LA MANIPULACIÓN DE RESTOS DE VEGETALES.**

#### **Introducción.**

Se ha redactado esta guía con el objetivo de orientar a los manipuladores de alimentos, para que en todo momento del proceso, iniciando con la separación desde el origen de las cáscaras de vegetales hasta la obtención del producto final (polvo), se sigan las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para generar un producto inocuo que pueda ser utilizado como materia prima en la elaboración de productos alimenticios de alto valor nutricional.

#### **Limpieza, desinfección y secado de cáscaras de plátano y guineo.**

- Recolectar las cáscaras en depósitos/bolsas limpios y desinfectados, no hay que colocarlas en sacos, bolsas usadas o recipientes sin lavar.
- Retirar de las cáscaras partes podridas o “golpeadas” y restos de pulpa. Usar cuchillos limpios y desinfectados.
- Sumergir 30 minutos las cáscaras en solución de lejía (una cucharada de lejía por cada litro de agua).
- Escurrir.
- Disponer en bandejas para secar en estufa, la temperatura puede oscilar entre entre 90 ° C a 105 ° C, el tiempo de secado puede variar entre: 8 a 16 horas, por lote de cáscaras. Si las cáscaras secas no se pueden moler inmediatamente hay que guardarlas en un lugar limpio y que no tenga mucha humedad.
- Pulverizar las cáscaras secas utilizando un molinillo eléctrico o procesador de alimentos de tipo industrial (mientras más fino quede el polvo mejora su capacidad de integrarse a la receta)

#### **Limpieza, desinfección y secado de centros y restos de repollo.**

- Recolectar restos en depósitos/bolsas limpios y desinfectados. No hay que colocarlas en sacos, bolsas usadas o recipientes sin lavar.
- Retirar partes podridas o “golpeadas”. Usar cuchillos limpios y desinfectados.
- Sumergir 30 minutos los restos de repollo en solución de lejía (una cucharada de lejía por cada litro de agua).
- Escurrir.

- Picar lo más fino posible.
- Disponer en bandejas para secar en estufa, la temperatura no puede sobrepasar los 80° C, el tiempo de secado puede variar entre: 8 a 20 horas por lote. Si las cáscaras secas no se trituran inmediatamente hay que guardarlas en un lugar limpio y que no tenga mucha humedad.
- Pulverizar los restos deshidratados utilizando un molinillo eléctrico o procesador de alimentos de tipo industrial (mientras más fino quede el polvo mejora su capacidad de integrarse a la receta)

### **Limpieza, desinfección y secado de cáscaras de papa.**

- Lavar bien las papas, antes de pelarlas, para no dificultar las siguientes etapas.
- Recolectar las cáscaras en depósitos/bolsas limpios y desinfectados. No hay que colocarlas en sacos, bolsas usadas o recipientes sin lavar.
- Retirar de las cáscaras partes podridas o “golpeadas”. Usar cuchillos limpios y desinfectados.
- Si las cáscaras están muy sucias, lavar con agua potable, hasta que el agua se vea clara.
- Sumergir 30 minutos las cáscaras en solución de lejía (una cucharada de lejía por cada litro de agua).
- Escurrir.
- Picar lo más fino posible para facilitar el secado.
- Blanquear: sumergir las cáscaras un minuto o menos, en agua caliente (la temperatura no debe ser mayor de 80°C).
- Disponer en bandejas para secar en estufa, la temperatura no debe sobrepasar los 70 ° C. Si las cáscaras secas no se trituran inmediatamente hay que guardarlas en un lugar limpio y que no tenga mucha humedad.
- Pulverizar las cáscaras secas utilizando un molinillo eléctrico o procesador de alimentos de tipo industrial (mientras más fino quede el polvo mejora su capacidad de integrarse a la receta)

**12.5. ANEXO D. INFORME TÉCNICO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO EN AGROINDUSTRIA (PTA).**

**PARQUE TECNOLÓGICO EN AGROINDUSTRIA  
FICHA TÉCNICA DE GALLETA DE CÁSCARA DE PLÁTANO.  
PROYECTO ITCA/FEPADE**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.**

Es un snack horneado; dulce, hecho de la combinación de la harina de arroz con polvo de cáscara de plátano, así como de harina de sorgo y polvo de cáscara de plátano, azúcar, leche y mantequilla. Puede incluir otros ingredientes para su decoración como dulces de colores o chispas de chocolate.

**PROCESO PRODUCTIVO.**

Este producto será elaborado de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad establecidos por el Parque Tecnológico en Agroindustria en este documento de ficha técnica. La empresa productora debe asegurar y procurar la calidad e inocuidad del producto para su comercialización, cumpliendo con la normativa establecida en el CODEX ALIMENTARIUS y en los Reglamentos Técnicos Centroamericanos (RTCA) para criterios técnicos y microbiológicos. Se le han establecido las características fisicoquímicas a las galletas de polvo de cascara de plátano, las cuales se resumen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Parámetros físicos y microbiológicos del polvo de cáscara de plátano.

<b>Parámetros Físicos</b>	<b>Parámetros Microbiológicos*</b>
Textura del producto sólida.	No se le realizó al prototipo. Debe de realizarse a la marcha dentro de la empresa.

- Se sugiere realizar los análisis microbiológicos de producto terminado, cuando el producto se fabrique en planta una vez al mes para monitorear producción.

Se realizaron pruebas de humedad y granulometría al polvo de cascara de plátano, las cuales se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Granulometría y humedad de la harina de cascara de plátano.

<b>GRANULOMETRIA</b>								
<b>Micrometros <math>\mu</math></b>	<b>850</b>	<b>425</b>	<b>250</b>	<b>180</b>	<b>150</b>	<b>125</b>	<b>tapadera</b>	<b>HUMEDAD</b>
<b>Mesh</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>		
<b>Tipo de polvo</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>%</b>
Polvo de plátano (17-21 sept.)	0.074	2.13	6.15	3.43	5.01	1.44	1.28	4.36
<b>Humedad promedio</b>								<b>4.28%</b>

La granulometría de la harina es de 60 mesh, suficientemente fina para la elaboración de productos de panadería. Las características microbiológicas son las que se describen a continuación: (tomadas de Reglamento Técnico Centroamericano) Las galletas de cáscara de plátano pertenece al grupo de alimento 7.2.

**Cuadro 3.** Parámetros microbiológicos para galletas según Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA).

7.2 Subgrupo del alimento: panadería fina con o sin relleno, dulce o salada: queques, pasteles, tortas, donas, panecillos y muffins, frescos o congelados. No estarán sujetos a análisis los productos crudos ni las galletas			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite Máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	N/A	B	< 3 NMP/g o < 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i> (productos con relleno a base de derivado lácteo)	8		10 UFC/g
<i>Salmonella spp</i> (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10		Ausencia/25 g

## FORMULACIÓN DE GALLETA DE CÁSCARA DE PLÁTANO

Para la formulación de la galleta se preparó una premezcla con harina de arroz. La harina de arroz da estructura al producto y el polvo de cascara de plátano fortifica. La formulación de la galleta se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Formulación de galletas usando polvo de cáscaras de banano

Materia prima	g	Formulación porcentual %
Premezcla	84	50.47
Azúcar	40	24.04
Mantequilla	40	24.04
Sabor banano artificial	1	0.60
Polvo para hornear	1.42	0.85
<b>Total</b>	<b>166.42</b>	<b>100</b>



## FUNCIÓN DE LOS INGREDIENTES

**Polvo de cáscara de plátano:** principal ingrediente de la formulación de galletas aporta fibra y textura.

**Harina de arroz:** su función es dar estructura en la galleta.

**Azúcar:** da dulzor a la galleta y aportan energía al cuerpo. En particular, durante actividad física intensa, los azúcares son la principal fuente de energía. Un gramo de azúcar aporta 4 calorías, como todos los carbohidratos.

**Leche:** Ayuda a que la masa sea más manejable y le aporta sabor.

**Mantequilla:** Cremosa y delicada, la mantequilla da un sabor distintivo a las preparaciones en las que se usa. También absorbe sabores naturales y, en consecuencia, ayuda en la distribución uniforme de los aromas. Y en el caso de galletas ayuda a unir todos los ingredientes.

**Sabor banano:** Sabor artificial para alimentos que brinda olor y sabor a banano en las galletas.

**Polvo para hornear:** Es una levadura química, polvo de hornear o impulsor, también llamado Royal su función es de dar esponjosidad a la masa.

## INSTRUMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS DE CÁSCARA DE PLÁTANO.

Para la elaboración de este producto se utilizan los siguientes utensilios:

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| ✓ Balanza digital o de cocina       | ✓ Moldes para galletas |
| ✓ Beaker o vaso medidor de un litro | ✓ Horno                |
| ✓ Molino                            | ✓ Deshidratador        |
| ✓ Rodillos                          | ✓ Cuchara de madera    |
|                                     | ✓ Bolsas aluminizadas  |



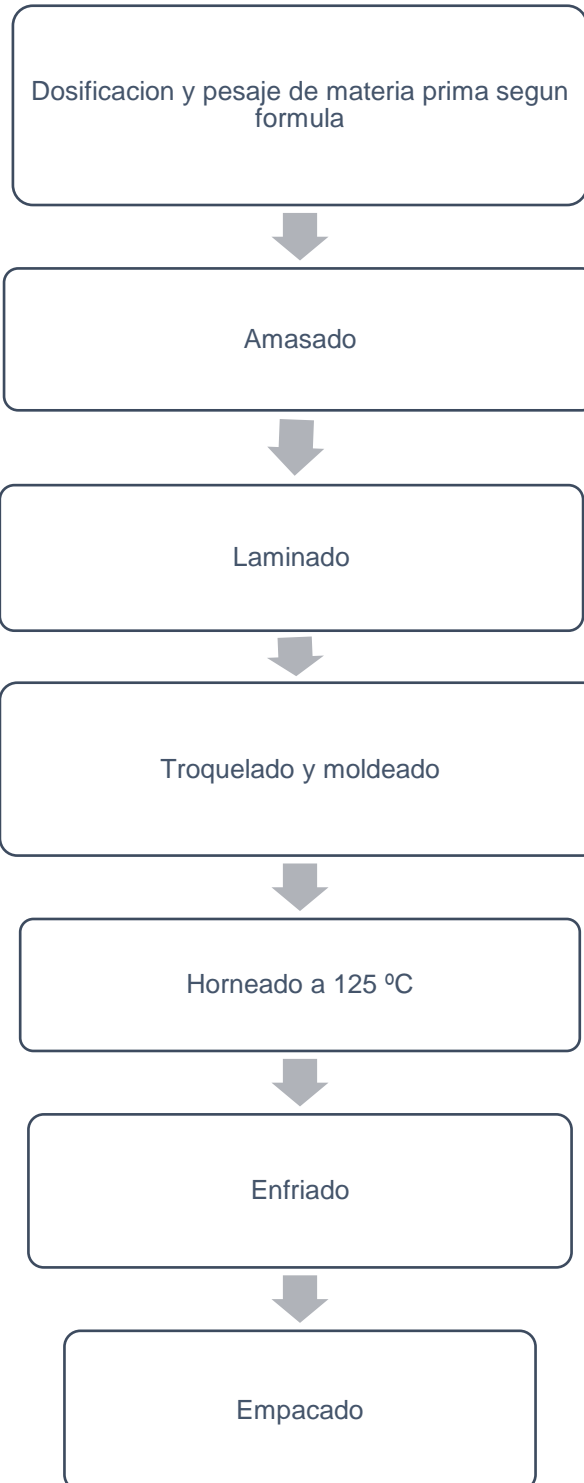
## TÉCNICA DE ELABORACIÓN PARA GALLETAS DE CASCARA DE PLÁTANO

Antes de iniciar el proceso de elaboración del producto, se pesan y miden todos los ingredientes.

1. **Recepción y almacenamiento de materia prima:** el peso de las materias primas es controlado en la recepción, donde se efectúan los controles previos para la admisión de la mercancía, que será descargada, caso de resultar aceptable, o rechazada en el caso contrario.
2. **Dosificación y pesaje:** se mide y pesa los ingredientes en base a la fórmula cuantitativa de las galletas, para conseguir un producto terminado homogéneo, de calidad y forma constante.
3. **Amasado:** la mezcla de todos los ingredientes para formar una pasta manejable y homogénea.
4. **Laminado:** Formación de una lámina con la masa mediante los rodillos, la cual irá disminuyendo de grosor a medida que pasa por el rodillo, hasta lograr el espesor requerido por la galleta el cual no excederá 1 mm.
5. **Troquelado o moldeado:** es el corte que produce la forma y el tamaño deseado de la galleta pueden ser de diferentes formas.
6. **Horneado:** tras el moldeado la galleta se somete al horno a una temperatura de 125°C durante 8 a 10 minutos.
7. **Enfriado:** el producto final se retira del horno para su enfriamiento.
8. **Empacar:** una vez obtenido el producto final se procede a empacar en bolsas aluminizadas según la presentación que el cliente desee por lo general se recomienda un empaque que mantenga las características organolépticas y resistentes.

La técnica para la elaboración de las galletas se presenta paso a paso en el flujograma de procesos que se presenta a continuación.

## Flujograma de proceso





## **VIDA ÚTIL Y RECOMENDACIONES PARA EL EMPAQUE y ALMACENAMIENTO**

### **Envasado**

Envasar recomendablemente en bolsas aluminizadas o plastificadas que resguarden la luz solar y que sean resistentes a altas temperaturas. Para almacenar es necesario mantener en lugar fresco y seco; proteger de las altas temperaturas y evitar exponer a rayos de luz directos.

El empaqueo dependerá enteramente de las condiciones tecnológicas del producto, de las necesidades de la distribución, y de los requerimientos del cliente.

### **Vida de anaquel o vida útil**

El tiempo de duración estimado de vida de anaquel, para este producto es de tres meses, siguiendo las recomendaciones de preparación, inocuidad, almacenaje y sobre todo de empaque.

**PARQUE TECNOLÓGICO EN AGROINDUSTRIA  
FICHA TÉCNICA BARRA NUTRITIVA.  
PROYECTO ITCA/FEPADE**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.**

Las barras nutritivas son básicamente, una “masa” moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos como: avena y granola; así como de semillas de chía, miel, vainilla, arroz inflada con chocolate y polvo de plátano.

**PROCESO PRODUCTIVO.**

Este producto será elaborado de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad establecidos por el Parque Tecnológico en Agroindustria en este documento de ficha técnica. La empresa productora debe asegurar y procurar la calidad e inocuidad del producto para su comercialización, cumpliendo con la normativa establecida en el CODEX ALIMENTARIUS y en los Reglamentos Técnicos Centroamericanos (RTCA) para criterios técnicos y microbiológicos.

Se le han establecido las características fisicoquímicas al polvo de cascara de plátano para elaborar las galletas, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

**Cuadro 4.** Parámetros físicos y microbiológicos del polvo de cascara de plátano.

Parámetros Físicos	Parámetros Microbiológicos*
Textura del producto sólida. Humedad: 6.2%	No se le realizó al prototipo. Debe de realizarse a la marcha dentro de la empresa.

- Se sugiere realizar los análisis microbiológicos de producto terminado, cuando el producto se fabrique en planta una vez al mes para monitorear producción.

Las características microbiológicas son las que se describen a continuación: (tomadas de Reglamento Técnico Centroamericano)

**Cuadro 5.** Grupo 6 del alimento de Reglamento Técnico Centroamericano.

6.0. Grupo de alimento: Productos elaborados a partir de cereales. Cereales y productos a base de cereales, de raíces y tubérculos.			
6.2 Subgrupo del alimento: Pastas			
Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite máximo permitido
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	C	10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Coliformes fecales</i>	6		≥3 NMP/g
<i>Salmonella</i> spp/25 g (para los que contengan huevo)	10		Ausencia



Para la elaboración de BARRAS NUTRITIVAS CON POLVO DE PLÁTANO, es necesario utilizar los siguientes ingredientes:

<b>Materia prima</b>	<b>g</b>	<b>Formulación porcentual %</b>
Granola	26	11.16
Avena	42	18.03
Chia	40	17.17
Miel	90	38.63
Harina de plátano	4	1.71
Arroz inflado sabor chocolate	30	12.88
Vainilla	1	0.43
<b>Total</b>	<b>233.0</b>	<b>100</b>

### **INSTRUMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE BARRA NUTRITIVA DE CÁSCARA DE PLÁTANO.**

Para la elaboración de este producto se utilizan los siguientes utensilios:

- ✓ Balanza digital o de cocina
- ✓ Beaker o vaso medidor de un litro
- ✓ Procesador de alimentos
- ✓ Moldes según formas
- ✓ Horno
- ✓ Deshidratador
- ✓ Cuchara de madera
- ✓ Bolsas Aluminizadas



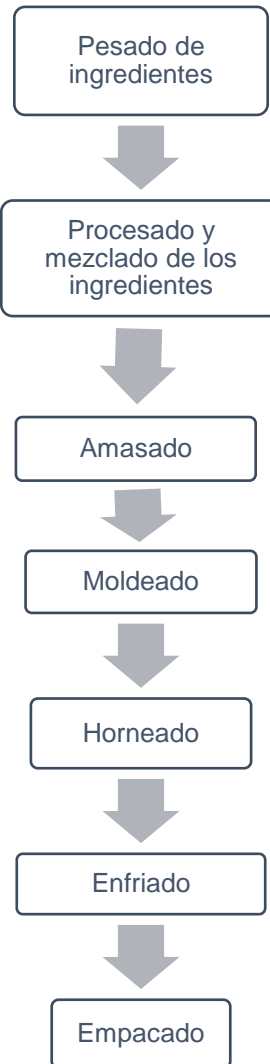
## TÉCNICA DE ELABORACIÓN PARA BARRAS NUTRITIVAS DE CÁSCARA DE PLÁTANO

Antes de iniciar el proceso de elaboración del producto, se pesan y miden todos los ingredientes.

1. **Recepción y almacenamiento de materia prima:** el peso de las materias primas es controlado en la recepción, donde se efectúan los controles previos para la admisión de la materia prima la cual debe presentarse en buen estado fitosanitario y con buenas características organolépticas.
2. **Pesado de ingredientes:** se mide y pesa los ingredientes en base a la fórmula cuantitativa de las barras, para conseguir un producto terminado homogéneo, de calidad y forma constante.
3. **Procesado de granola, avena y semillas:** se disminuye el tamaño de todos los ingredientes utilizando un procesador de alimentos; esto se realiza con el objetivo de controlar la uniformidad de tamaño de partículas y para que sea más fácil de unir todos los ingredientes de la barra.
4. **Mezclado de ingredientes secos:** Se mezclan entre sí los ingredientes de avena, granola, semillas de chia, para disminuir levemente su tamaño. La finalidad de esta etapa es homogenizar la distribución de los ingredientes secos en la mezcla. Esta etapa se puede realizar con la mano o con ayuda de un procesador de alimentos.
5. **Mezclado de ingredientes líquidos:** en esta etapa se realiza la mezcla de la miel, esencia de vainilla y agua para lograr una distribución correcta de la masa. Se mezcla hasta lograr la integración de los ingredientes entre sí.
6. **Amasado:** La pasta obtenida en el paso anterior es amasada manualmente para lograr una mejor distribución de los ingredientes y mayor homogeneidad. Industrialmente, se utilizaría una mezcladora-amasadora continua de tornillo sin fin.
7. **Colocación en moldes:** la masa es colocada en moldes con la forma previa que se necesita, se recomienda que los moldes sean de silicón para evitar que se pegue en las paredes de los moldes. En este paso la masa es estirada en forma de lámina sobre el molde mediante una espátula. Se ejerce presión sobre la misma para que la masa quede compacta y evitar que se desgrane. Se controla el espesor de la lámina que se ha formado con la masa.
8. **Horneado:** tras el moldeado, la masa es llevada a horno precalentado a 115°C y mantenido a la misma temperatura durante toda la cocción. Se realiza el control del tiempo de cocción, el cual es de 10 a 15 minutos, así como el control de la temperatura. En este paso, la masa pierde humedad, lo cual favorece su consistencia y su conservación.
9. **Enfriado:** el producto final se retira del horno para su enfriamiento.
10. **Empacar:** una vez obtenido el producto final se procede a empacar en bolsas aluminizadas o según la presentación que el cliente desee por lo general se recomienda un empaque que mantenga las características organolépticas y resistente.



### Flujograma de proceso



## VIDA ÚTIL Y RECOMENDACIONES PARA EL EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

### Envasado

Envasar recomendablemente en bolsas aluminizadas o plastificadas que resguarden la luz solar y que sean resistentes a altas temperaturas. Para almacenar es necesario mantener en lugar fresco y seco; proteger de las altas temperaturas y evitar exponer a rayos de luz directos.



El empaçado dependerá enteramente de las condiciones tecnológicas del producto, de las necesidades de la distribución, y de los requerimientos del cliente.

**Vida de anaquel o vida útil**

El tiempo de duración estimado de vida de anaquel, para este producto es de cinco meses, siguiendo las recomendaciones de preparación, inocuidad, almacenaje y sobre todo de empaque.





**PARQUE TECNOLÓGICO EN AGROINDUSTRIA**  
**FICHA TÉCNICA INFUSION DE POLVO DE CASCARA DE PAPA CON SABOR**  
**A MANGO.**  
**PROYECTO ITCA/FEPADE**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.**

El té o infusión es consumido tanto en caliente, como en frío. En el primer caso, existe una amplia variedad de bolsitas filtrantes con combinaciones de hierbas que, adicionales al té, proporcionan un sabor exquisito a la infusión final. El producto se realizó con polvo de cascara de papa, debido a sus propiedades; también se saborizo con otros ingredientes tales como: Jamaica y sabor a mango; canela y otras especias.

**PROCESO PRODUCTIVO.**

Este producto será elaborado de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad establecidos por el Parque Tecnológico en Agroindustria en este documento de ficha técnica. La empresa productora debe asegurar y procurar la calidad e inocuidad del producto para su comercialización, cumpliendo con la normativa establecida en el CODEX ALIMENTARIUS y en los Reglamentos Técnicos Centroamericanos (RTCA) para criterios técnicos y microbiológicos.

Se le han establecido las características fisicoquímicas al polvo de cascara de papa para elaborar las galletas, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

**Cuadro 6.** Parámetros físicos del polvo de cascara de papa.

Parámetros Físicos del Polvo de cáscara de papa								
Humedad	Cenizas	Carbohidratos	Grasas	Proteínas	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Calcio (mg)	Zinc (mg)
1.72%	6.23%	4.51%	15.42%	-----	110.58	29.58	24.00	0.39

- Cabe destacar que no se le realizó análisis microbiológico al producto final.
- Se sugiere realizar los análisis microbiológicos de producto terminado, cuando el producto se fabrique en planta una vez al mes para monitorear producción.

Las características microbiológicas son las que se describen a continuación EN EL Cuadro 8: (tomadas de Reglamento Técnico Centroamericano)



**Cuadro 7.** Grupo del alimento al que pertenece el producto de infusión, según Reglamento Técnico Centroamericano.

<b>14.0. Grupo de Alimento: Bebidas.</b> Esta importante categoría se divide en las amplias categorías de bebidas envasadas no carbonatadas, néctares, jugos no pasteurizadas, agua envasada, té y hierbas para infusión			
<b>14.5 Subgrupo del alimento: Té y hierbas para infusión</b>			
Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite Máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	C	< 3 NMP/g
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	10		Ausencia

Para la elaboración de INFUSIONES CON CASCARA DE PAPA, JAMAICA SABOR MANGO, es necesario utilizar los siguientes ingredientes:

Materia prima	Cantidad en gramos	Formulación porcentual %
Papa	20	50.50
Jamaica	18	45.45
Sabor mango	1	2.52
Canela	0.50	1.26
Clavo	0.10	0.25
<b>Total</b>	<b>39.6</b>	<b>100</b>

## TÉCNICA DE ELABORACIÓN PARA INFUSIONES DE CÁSCARA DE PAPA

Antes de iniciar el proceso de elaboración del producto, se pesan y miden todos los ingredientes.

- 1. Recepción y almacenamiento de materia prima:** el peso de las materias primas es controlado en la recepción, donde se efectúan los controles previos para la admisión de la materia prima la cual debe presentarse en buen estado fitosanitario y con buenas características organolépticas.
- 2. Pesado de ingredientes:** se mide y pesa los ingredientes en base a la fórmula cuantitativa de las infusiones, para conseguir un producto terminado homogéneo, de calidad y forma constante.
- 3. Mezclado de ingredientes secos:** Se mezclan entre sí todos los ingredientes en polvo.
- 4. Pesado:** pesar 3 g por porción de té o infusión para empacar.
- 5. Empacado:** Empacar 3 g en cada bolsa de té para degustar.



### Flujograma de proceso





## **Vida útil y recomendaciones de empaque y almacenamiento**

### **Envasado**

Envasar recomendablemente en bolsas para te, y usar como empaque secundario una caja de cartón para proteger de la humedad y cualquier otro agente externo, Proteger de las altas temperaturas y evitar exponer a rayos de luz directos.

### **Vida de anaquel o vida útil**

El tiempo de duración estimado de vida de anaquel, para este producto es de seis meses, siguiendo las recomendaciones de preparación, inocuidad, almacenaje y sobre todo de empaque.

# IDENTIDAD INSTITUCIONAL

## **VISIÓN**

*Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.*

## **MISIÓN**

*Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.*

## **VALORES**

**EXCELENCIA:** *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

**INTEGRIDAD:** *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

**ESPIRITUALIDAD:** *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

**COOPERACIÓN:** *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

**COMUNICACIÓN:** *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

## SEDE Y REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro Centros Regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

### **1 SEDE CENTRAL SANTA TECLA**

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.  
Tel.: (503) 2132-7400  
Fax: (503) 2132-7599

### **2 CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.  
Tel.: (503) 2440-4348  
Tel./Fax: (503) 2440-3183

### **3 CENTRO REGIONAL LA UNIÓN**

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión  
Tel.: (503) 2668-4700

### **4 CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA**

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.  
Tel.: (503) 2334-0763 y  
(503) 2334-0768

### **5 CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL**

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.  
Tel.: (503) 2669-2298  
Fax: (503) 2669-0061