

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**

**Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos**



**Elaboración y caracterización de harina de malanga (*Colocasia esculenta*).**

**Trabajo de graduación presentado por**

**Ana Isabel Pérez Juárez**

**para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos.**

**Guatemala**

**2012**



**Elaboración y caracterización de harina de malanga (*Colocasia  
esculenta*).**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ingeniería**

**Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos**



**Elaboración y caracterización de harina de malanga (*Colocasia esculenta*).**

**Trabajo de graduación presentado por**

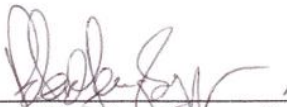
**Ana Isabel Pérez Juárez**

**para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos.**

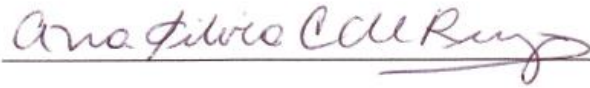
**Guatemala**

**2012**

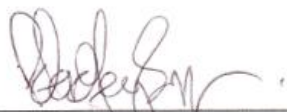
Vo. Bo. :

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. MSc. Peter Meng Sapper  
Asesor

Tribunal Examinador:

(f)   
\_\_\_\_\_  
Licda. MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
\_\_\_\_\_  
Licda. MSc. Patricia Palacios de Palomo

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. MSc. Peter Meng Sapper

Fecha de aprobación: Guatemala, 05 de diciembre de 2012

## CONTENIDO

|                                  | Página |
|----------------------------------|--------|
| LISTA DE TABLAS                  | v      |
| LISTA DE IMÁGENES                | vii    |
| RESUMEN                          | ix     |
| Capítulos                        |        |
| I. INTRODUCCIÓN                  | 1      |
| II. OBJETIVOS                    | 2      |
| III. JUSTIFICACIÓN               | 3      |
| IV. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES | 4      |
| V. DISEÑO EXPERIMENTAL           | 14     |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN       | 17     |
| VII. CONCLUSIONES                | 27     |
| VIII. RECOMENDACIONES            | 28     |
| IX. BIBLIOGRAFÍA                 | 29     |
| X. APÉNDICE                      | 32     |

## LISTA DE TABLAS

| Tabla   | Página |
|---|--------|
| 1. Comparación del contenido alimenticio de la espinaca, acelga y hojas de malanga (100g de porción comestible, base fresca)                      | 07     |
| 2. Comparación del contenido alimenticio de la malanga (cormo) con tubérculos convencionales (100g de porción comestible, base fresca)            | 07     |
| 3. Composición química de 100 gramos de malanga de porción comestible, base húmeda  | 07     |
| 4. Recomendaciones de temperatura, humedad relativa y vida aproximada de transporte y almacenamiento para malanga de acuerdo a la FAO             | 10     |
| 5. Caracterización física de 14 muestras de malanga a procesar  | 17     |
| 6. Determinación visual de las características de calidad de las 14 muestras de malanga a procesar  | 17     |
| 7. Costo de producción de harina de malanga   | 19     |
| 8. Tiempo requerido en cada operación unitaria para el procesamiento de harina de malanga   | 19     |
| 9. Análisis proximal con métodos oficiales de la harina de malanga obtenida   | 20     |
| 10. Porcentaje retenido de tres muestras de harina de malanga sometidas a análisis granulométrico en diferentes tamices                           | 20     |
| 11. Capacidad de absorción de agua de harina de malanga, comparada con muestras de harinas y almidones de consumo humano                          | 21     |
| 12. Capacidad de absorción de aceite de harina de malanga, comparada con muestras de harinas y almidones de consumo humano                        | 22     |
| 13. Temperatura de gelificación y observaciones del gel obtenido de harina de malanga, comparada con otras harinas y almidones de consumo humano  | 22     |
| 14. Temperatura de termo reversibilidad de los geles obtenidos de harina de malanga, almidón de maíz y almidón de yuca                            | 22     |
| 15. Descripción de los dos tipos de empaque utilizados durante el almacenamiento de harina de malanga para la determinación de su vida de anaquel | 23     |

|   |    |
|---|----|
| 16. Tiempo de vida de anaquel de harina de malanga en dos empaques diferentes, de acuerdo a los factores de calidad del producto, en un almacenamiento a 23°C | 24 |
| 17. Costo de producción de pudín de chocolate elaborado con harina de malanga   | 24 |
| 18. Comentarios de los panelistas para la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga  | 26 |
| 19. Condiciones de almacenamiento de las muestras de malanga  | 32 |
| 20. Caracterización física de las muestras de malanga a procesar  | 32 |
| 21. Determinación visual de las características de calidad de las muestras de malanga a procesar  | 33 |
| 22. Datos originales para la determinación de cenizas de la harina de malanga   | 34 |
| 23. Datos originales para la determinación del porcentaje de grasa de la harina de malanga  | 35 |
| 24. Datos originales para la determinación del porcentaje de humedad y contenido de sólidos totales de la harina de malanga                                   | 35 |
| 25. Datos originales para la determinación del porcentaje de proteína de la harina de malanga   | 35 |
| 26. Características técnicas de los materiales de empaque utilizados  | 35 |
| 27. Costo requerido de materia prima para el procesamiento de 10 malangas   | 40 |
| 28. Costo de energía eléctrica para el procesamiento de 10 malangas   | 40 |
| 29. Costo total para la producción de 2.8kg de harina de malanga, y costo por kilogramo de harina de malanga  | 40 |
| 30. Formulación y preparación de pudín de chocolate con harina de malanga   | 41 |
| 31. Costo de materia prima para la elaboración de pudín de chocolate con harina de malanga  | 41 |
| 32. Tabulación de datos de panelistas para la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga  | 42 |

## LISTA DE IMÁGENES

### Diagrama

1. Proceso de elaboración de harina de malanga 18

### Gráfica

1. Análisis granulométrico de la harina de malanga 21
2. Gráfica de araña de la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga 25
3. Tendencia del porcentaje de humedad contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1 37
4. Gráfico de Arrhenius, respecto al porcentaje de humedad, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1 37
5. Tendencia del porcentaje de humedad contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2 37
6. Gráfico de Arrhenius, respecto al porcentaje de humedad, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2 37
7. Tendencia del índice de peróxidos contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1 38
8. Gráfico de Arrhenius, respecto al índice de peróxidos, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1 38
9. Tendencia del índice de peróxidos contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2 38
10. Gráfico de Arrhenius, respecto al índice de peróxidos, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2 38

### Figura

1. Planta y cormos de malanga 04
2. Características físicas evaluadas en los cormos de malanga 33
3. Procesamiento de la harina de malanga 34
4. Análisis de peróxidos a la cuarta semana de almacenamiento de harina de malanga 36

|   |    |
|---|----|
| 5. Absorción de agua y aceite de harina de malanga comparado con almidón de yuca, almidón de maicena, harina de arroz y harina de trigo | 39 |
| 6. Gelificación de harina de malanga comparado con almidón de yuca y almidón de maíz  | 40 |
| 7. Prueba de caracterización sensorial de pudín de chocolate con harina de malanga  | 42 |
| 8. Boleta utilizada para el análisis de caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga                          | 43 |

## RESUMEN

El objetivo del siguiente trabajo de graduación fue elaborar harina de malanga obtenida de Cobán, Alta Verapaz y analizar sus características para el desarrollo de un producto alimenticio. El análisis de vida de anaquel de los cormos de malanga indicó una vida de anaquel de los mismos de tres semanas debido a la aparición de hongos en la malanga. Se recomienda una limpieza y desinfección previa al almacenamiento para prolongar su vida de anaquel.

Se desarrolló la harina de malanga utilizando las operaciones unitarias de limpieza, secado y molienda, y se realizó un análisis proximal para determinar su composición química, encontrando un alto porcentaje de carbohidratos, al ser un tubérculo. Se obtuvo una vida de anaquel de nueve meses para la harina de malanga almacenada en bolsas de papel.

Por último, se realizó un pudín de chocolate con harina de malanga y se realizó una prueba de caracterización sensorial del producto con la colaboración de panelistas entrenados. Se recomienda mejorar las prácticas de manejo post cosecha y utilizar aditivos para mejorar las características sensoriales del pudín, de acuerdo a los comentarios de los panelistas.

## I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el cultivo de malanga es amplio, sin embargo su consumo es limitado. A pesar de no ser un alimento completamente nutritivo, en algunas regiones del país el consumo de este cultivo nativo es de forma tradicional (cocido), sin la aplicación de la tecnología necesaria para mejorar su calidad nutricional y aumentar su disponibilidad en los mercados con productos innovadores.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar características de manejo post cosecha de malanga originaria de Cobán, Alta Verapaz. Esta región fue escogida debido a que en ella el cultivo se da con facilidad por sus condiciones climatológicas. Para evaluar el manejo post cosecha de la malanga se realizó una caracterización física y una clasificación de acuerdo a características de calidad, las muestras clasificadas se sometieron a diferentes condiciones de temperatura y se realizó mediciones del contenido de humedad y otros factores de calidad durante un mes. Se determinó que la vida de anaquel de los cormos de malanga frescos fue de tres semanas, por lo que se recomienda una limpieza y desinfección previa al almacenamiento para alargar su vida de anaquel.

Se aplicó operaciones unitarias de tecnología e ingeniería de alimentos para realizar harina con las muestras de la malanga. Se llevó a cabo una caracterización química de la harina de malanga, que de acuerdo a la teoría debe ser rica en carbohidratos pero deficiente en proteínas. La vida de anaquel de la harina de malanga, de acuerdo a la humedad máxima, es de nueve meses en empaque de papel. Con la harina obtenida se hizo un pudín de chocolate con el cual se llevó a cabo un análisis de caracterización sensorial para definir sus características y potencial aceptabilidad.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. General**

Analizar el manejo post cosecha de malanga obtenida de Cobán, Alta Verapaz, y elaborar harina de malanga para el desarrollo de un producto alimenticio.

### **B. Específicos**

1. Determinar condiciones óptimas del manejo post cosecha de malanga cruda.
2. Elaborar harina de malanga y conocer la composición química de la misma.
3. Evaluar las características funcionales de la harina de malanga obtenida.
4. Elaborar un producto alimenticio a base de harina de malanga.
5. Definir las características sensoriales del producto alimenticio elaborado con la harina de malanga obtenida.

### **III.JUSTIFICACIÓN**

La malanga (*Colocasia esculenta*) es un tubérculo que crece con facilidad en varias zonas de Guatemala debido a las condiciones de temperatura y humedad del país, así como por sus bajos requerimientos de fertilizantes y pesticidas. Actualmente en Guatemala existen organizaciones interesadas en evaluar el potencial de la malanga, al ser un cultivo que se encuentra disponible en el país. A pesar de esto, se ha encontrado que la información general, la evaluación de las prácticas post cosecha del cultivo y su aplicación tanto como producto de exportación, fuente de alimentación directa y evaluación de su potencial uso de manera industrial es limitada.

A la malanga no se le ha dado la importancia necesaria como potencial alimento debido a que no se considera un alimento nutricionalmente completo y que además requiere de condiciones específicas de almacenamiento post cosecha para su preservación. Sin embargo, a pesar de ser deficiente en proteínas al ser cocinada, la malanga representa un buen aporte calórico, así como de minerales y vitaminas, y es un recurso natural que se encuentra ampliamente distribuido en Guatemala. Por este motivo, se considera de importancia evaluar el procesamiento de harina de malanga, así como sus propiedades químicas y funcionales para su potencial uso en la industria de alimentos guatemalteca.

## IV. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

### A. Definición y generalidades de la malanga

El ñampí, chamol o taro (*Colocasia esculenta*), conocida en Guatemala como malanga fue uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre. Su origen exótico lo hace presentar una serie de ventajas comparado con la producción de otras especies nativas (ausencia de plagas, enfermedades y control de malezas). La malanga pertenece a la familia de las aráceas, es una planta herbácea que alcanza la altura de entre 1 y 2 m, con hojas de pecíolo largo, láminas verdes oblongo-ovaladas, el corno central es grande, esférico y comestible. La pulpa es generalmente blanca, existiendo clones de pulpa coloreada hasta llegar al morado (Fernández, 2009).

Clasificación botánica:

Nombre científico: *Colocasia esculenta* Schott

Nombre común: Malanga

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Aracidae

Orden: Arales

Familia: Araceae

Género: *Colocasia*

Epíteto específico: *esculenta* (Taracena, 2004).

**Figura No. 1** Planta y cormos de malanga.



(Monografías agrícolas, 2004)

La malanga es una planta esencialmente tropical, requiere de precipitaciones altas (1,800-3,000 mm) y temperaturas entre 25 y 30°C, así como buena luminosidad. Tiene la capacidad de adaptar su desarrollo a suelos con mal drenaje, hasta el punto de poder crecer y desarrollarse bajo inundación así como soportar períodos de sequía (Fernández, 2009).

El ciclo reproductivo de la malanga se encuentra en función de la variedad sembrada, pero en general va desde los 8 hasta los 15 meses; dependiendo también de la fertilidad y la presencia de humedad en el suelo. La cosecha de cormos de malanga puede ser diferida hasta por tres meses, lo cual facilita al productor para adecuarse a la demanda del mercado (Taracena, 2004).

Mundialmente, la producción de malanga reportada por la FAO en 2003 fue de 9.22 millones de toneladas por un área de 1.57 millones de hectáreas cubriendo el Sureste de Asia, Hawaii, Filipinas, África, Egipto y ciertas áreas de Sur América (Sajeev, 2004).

## **B. Composición nutricional**

La malanga posee buenas cualidades nutricionales, sin embargo no es un alimento nutricionalmente completo. A pesar de que todos los métodos de cocción reducen el valor nutricional de la malanga (pérdida de vitaminas y minerales), la cocción es necesaria para eliminar la toxicidad de los cormos y algunas partes de las hojas así como para suavizarla y hacerla más apetecible. Solo la piel del cormo se ha reportado como parte no comestible de la malanga, el resto (cormos, hojas, pecíolo o tronco) son partes comestibles (Ramanatha, 2010).

**1. Cormo.** La cocción del cormo de malanga en ausencia de otros ingredientes genera un almidón blando y de ligero sabor. La percepción de pegajosidad varía de acuerdo a la composición química del almidón de malanga y puede ser influenciado por la presencia de mucílago el cuál produce una sensación viscosa en la boca (Ramanatha, 2010).

El cormo es una fuente primaria de energía en la forma de almidón altamente digerible; es rico en carbohidratos y bajo en grasas y proteínas. El cormo fresco está compuesto por 69% humedad, 25% almidón, 1.5% fibra dietética, 1.1% proteína y 1% azúcar (Ramanatha, 2010).

El cormo también provee un buen rango de vitaminas, aminoácidos (fenilalanina y leucina principalmente) y minerales (potasio). El contenido de azúcar (sacarosa) del cormo es relativamente bajo, sin embargo es suficiente para proveer sabor, el cuál varía de acuerdo a la madurez y condiciones de almacenamiento de la malanga. Los lípidos, proteínas, aminoácidos y azúcares generan compuestos volátiles durante la cocción de la malanga, contribuyendo al sabor de la misma (Ramanatha, 2010).

**2. Hojas.** Las hojas de la malanga representan una buena fuente de proteínas, minerales y vitaminas. El contenido de proteína (en promedio 4.2%) es mucho mayor que el del cormo. El consumo de las hojas de malanga depende de cada cultivo de acuerdo al grado de aspereza, así como del conocimiento y preferencias alimentarias (Ramanatha, 2010).

**3. Compuestos fitoquímicos.** La malanga contiene un rango de compuestos fitoquímicos que generan aspereza. Estos compuestos tienen implicaciones negativas en la malanga como alimento, aunque también implicaciones positivas en la malanga como un cultivo, ya que ésta puede crecer con un uso mínimo de fungicidas y pesticidas. La aspereza se encuentra en los cormos y hojas de la malanga y genera picazón severa o escozor en la boca y garganta así como irritación y picazón en la piel (manos y brazos). Algunos estudios han recomendado el uso de bicarbonato de sodio o jugo de limón durante la cocción para disminuir la aspereza. La proteasa presente en la malanga se junta con los rafidios (cristales de oxalato de calcio) formando un complejo causante de la aspereza. Otros fitoquímicos presentes en la malanga son el ácido oxálico, cianidina, lectina, mucílago y taninos y otros compuestos fenólicos (Ramanatha, 2010).

**Tabla No. 1** Comparación del contenido alimenticio de la espinaca, acelga y hojas de malanga (100g de porción comestible, base fresca)

| Alimento        | Proteína (g) | Calcio (mg) | Vit. C (mg) | Vit. A (UI) |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Malanga</b>  | 4.4          | 268         | 142         | 29,385      |
| <b>Espinaca</b> | 2.9          | 66          | 40          | 1,067       |
| <b>Acelga</b>   | 2.9          | 62          | 6           | 1,335       |

(Colegio de Postgraduados Veracruz, 2005).

**Tabla No. 2** Comparación del contenido alimenticio de la malanga (cormo) con tubérculos convencionales (100g de porción comestible, base fresca)

| Alimento       | Kcal | Proteína (g) | Ca. (g) |
|----------------|------|--------------|---------|
| <b>Malanga</b> | 8.5  | 2.5          | 19.10   |
| <b>Camote</b>  | 103  | 1.0          | 14.00   |
| <b>Papa</b>    | 76   | 1.6          | 17.50   |
| <b>Yuca</b>    | 121  | 1.0          | 28.20   |

(Colegio de Postgraduados Veracruz, 2005).

**Tabla No. 3** Composición química de 100g de malanga (porción comestible), base húmeda

| Composición            | Unidad  | Cormelo crudo | Cormelo cocinado |
|------------------------|---------|---------------|------------------|
| <b>Humedad</b>         | g       | 71.9          | 72.0             |
| <b>Proteína</b>        | g       | 1.7           | 1.0              |
| <b>Grasa</b>           | g       | 0.8           | 0.2              |
| <b>Carbohidratos</b>   | g       | 23.8          | 25.7             |
| <b>Fibra</b>           | g       | 0.6           | 0.4              |
| <b>Cenizas</b>         | g       | 1.2           | 0.7              |
| <b>Ca.</b>             | mg      | 22.0          | 26.0             |
| <b>P.</b>              | mg      | 72.0          | 32.0             |
| <b>Fe.</b>             | mg      | 0.9           | 0.6              |
| <b>Vitamina A</b>      | meq-meq | 3.0           | --               |
| <b>Tiamina</b>         | mg      | 0.12          | 0.08             |
| <b>Riboflavina</b>     | mg      | 0.02          | 0.01             |
| <b>Niacina</b>         | mg      | 0.6           | 0.4              |
| <b>Ácido ascórbico</b> | mg      | 6.0           | --               |
| <b>Energía</b>         | mcal/kg | 2808          | 3892             |

(Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, 1983).

### **C. Producción en Guatemala y formas de consumo de malanga**

La malanga se produce principalmente en Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango, Retalhuleu, San Marcos, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa, Izabal, Alta y Baja Verapaz, Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá (Taracena, 2004). Una de las formas de consumo de los cormos es asándolos en pequeñas rodajas, también se utilizan en sopas, dulces, cremas y fritas. Las hojas tiernas se pueden comer como las espinacas; las maduras sirven de alimento al ganado (Fernández, 2009).

Tradicionalmente, en muchos países, los cormos de la malanga son simplemente hervidos, cocidos, horneados o rostizados, ya sea solos o en combinación con otros alimentos y especias para su consumo. La malanga puede ser mezclada con harina de maíz para la producción de pan o postres dulces (Maga, 2000).

Ha sido reportado que la malanga tiene un contenido del 70 – 80% de almidón. Debido al tamaño pequeño de los granos de almidón de la malanga, es altamente digestible por lo que ha sido usado para la preparación de alimentos infantiles en Hawaii y otras islas del Pacífico (Njintang, 2007).

Debido a la baja utilización de la malanga como materia prima perecedera, se reconoce la importancia de la aplicación de procesos tecnológicos para mejorar su uso industrial. Se ha utilizado malanga proveniente de México para la elaboración de snacks extruidos a base de una mezcla de harina de malanga y harina de maíz. Se determinó que es posible la elaboración de harina a base de malanga y que posee propiedades funcionales para elaborar snacks abombados con buena aceptación sensorial (Rodríguez, 2010).

La malanga es un tubérculo de gran importancia en África Central, donde es consumida generalmente en forma de pasta obtenida del cocido y pelado de los cormos para suavizar su textura. Se ha de mostrado que se puede obtener “achu” de buena calidad y aceptación a partir de harina de malanga obtenida del cocimiento, rebanado, secado y molienda de los cormos (Njintang, 2009).

En la aldea Ixquisis, municipio San Mateo Ixtatán en el departamento de Huehuetenango, se observa una alta dependencia de los cultivos de café y cardamomo, sin embargo, los empleados en las fincas no cuentan con ingresos necesarios para satisfacer sus necesidades y cuentan con una dieta desbalanceada. Las instituciones USDA y MOSCAMED, apoyaron un proyecto en Huehuetenango para introducir como cultivo alternativo la malanga. Como resultados del proyecto se obtuvo una buena adaptabilidad del cultivo con un buen desarrollo vegetativo y un buen rendimiento. La malanga cultivada fue cocida y sometida a una evaluación sensorial de la cual se determinó un buen grado de aceptación en cuanto al sabor, por lo que recomiendan continuar con los cultivos de malanga en Huehuetenango y otras regiones así como evaluar los requerimientos de exportación de la malanga como otra potencial fuente de ingresos (Rodríguez, 2008).

La empresa centroamericana “Lua Chips” que inicia sus operaciones en el 2003, produce chips gourmet de malanga, plátano, yuca, camote y papa. La yuca y el plátano utilizados para este producto provienen de Escuintla, el camote de Tecpán y la malanga es originaria de Mazatenango. En Guatemala actualmente distribuyen sus productos en Puerto Barrios, Quetzaltenango, Antigua Guatemala, Sololá y algunos restaurantes y supermercados de la ciudad de Guatemala (Dardón, 2010).

En mayo de 2010, inicia el proyecto de “Seguridad alimentaria sostenible en comunidades de Cobán, Alta Verapaz” por parte del Grupo Gestor de Cobán que forma parte de la Red Nacional de Grupos Gestores. El proyecto pretende responder a la necesidad de introducir un nuevo producto en el municipio de Cobán, para implementarlo con grupos de asociaciones agrícolas y diversificar la oferta. Se utilizó como producto la malanga debido a su contenido nutricional y la facilidad del crecimiento del cultivo en esta zona. Se ha llevado a cabo el estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero y administrativo, demostrando ya la factibilidad del proyecto (Grupo Gestor Cobán, 2010).

#### D. Problemas involucrados en el procesamiento de malanga

1. Forma de los cormos: la malanga no presenta una forma uniforme de los cormos durante la cosecha, lo que dificulta el pelado y procesamiento mecánico.
2. Color interno del corno: el color interno varía desde blanco, amarillo, rosado a una combinación de colores que depende de las prácticas culturales. Lo cual da problema al querer obtener una harina de malanga de color claro uniforme.
3. Aspereza e irritación: un calentamiento adecuado puede eliminar la aspereza, sin embargo no existe información disponible sobre la cantidad de calor requerida para la inactivación de este mecanismo, solo se puede determinar mediante el gusto.
4. Cambios durante el manejo y almacenamiento post cosecha: La vida útil de los cormos frescos de malanga puede variar desde 2 o 3 semanas hasta varios meses. No existe literatura disponible sobre estudios sistemáticos del manejo y almacenamiento de los cormos de malanga, lo cual es crucial para el desarrollo y procesamiento de productos a base de malanga (Nip, 2000).

La malanga no ha ganado la importancia e investigación suficiente para realzar su potencial. Debido a su alto contenido de humedad, la malanga presenta una gran pérdida post cosecha. Se ha estimado un promedio del 30% de pérdida durante el almacenamiento de este tubérculo. Para minimizar estas pérdidas, la malanga debe ser convertida de un alimento perecedero a un no perecedero mediante el procesamiento de la misma (Njintang, 2007).

De acuerdo a las recomendaciones de almacenamiento de la FAO, es importante que el producto de partida sea de primera calidad, libre de daños y defectos y los recipientes que lo contengan se encuentren bien ventilados (FAO, 1996).

**Tabla No. 4** Recomendaciones de temperatura, humedad relativa y vida aproximada de transporte y almacenamiento para malanga de acuerdo a la FAO.

| Producto | Temperatura |      | Humedad Relativa | Vida aproximada de Almacenamiento |
|----------|-------------|------|------------------|-----------------------------------|
|          | °C          | °F   | (%)              |                                   |
| Malanga  | 7.0         | 45.0 | 70-80            | 3 meses                           |

De acuerdo a la clasificación de la FAO en grupos de compatibilidad para el almacenamiento, la malanga se encuentra junto con la papa, pepino y otros con un almacenamiento recomendado de 85 – 90% de humedad relativa a 10°C (50°F), tomando en cuenta que estos productos son sensibles al etileno y al daño por frío causando encafecimiento interno, picado de la superficie y aumento de la susceptibilidad a las pudriciones (FAO, 1996).

#### **E. Tecnología de procesamiento de harinas**

En la obtención de harinas, un almacenamiento adecuado es esencial para la vida útil del producto. Se debe empezar con la limpieza de forma manual o con mallas para eliminar los elementos no deseables. El secado se realiza para evitar el deterioro durante el almacenamiento mediante la reducción de la cantidad de agua, esto es principalmente en el caso de los granos y la yuca (Suárez, 2003).

Las harinas se pueden empacar en sacos de fibra plástica, las cuales las protegen de la humedad del ambiente. El tiempo de duración de una harina es de seis meses aproximadamente, si el proceso de obtención se hace correctamente (Suárez, 2003).

Los molinos de cuchillas son los más indicados para hojas, tallos, cortezas y raíces. Poseen, en la cámara de molienda, láminas afiladas rotativas y fijas. El tamaño de partícula del material molido depende de la malla acoplada a la parte inferior del molino. El número de láminas rotativas es variable y la velocidad de la turbina influye en la producción de partículas más finas (Sharapin, 2000).

El procedimiento para la elaboración de harina de malanga se basa en un lavado y preparación de los bulbos de malanga fresca removiendo contaminantes físicos como tierra así como el mucílago en la mayor cantidad. La malanga es rebanada para optimizar el proceso de secado. Las rebanadas secas son molidas hasta la obtención de la harina deseada. La harina de malanga es empacada en bolsas de polietileno y almacenadas en desecadores hasta su uso (Sanful, 2011).

## F. Análisis sensorial

El análisis sensorial permite medir, analizar e interpretar las reacciones ante las propiedades que caracterizan a ciertos alimentos y materiales. Existen dos grandes grupos de pruebas a realizar: los análisis para discriminar y las pruebas afectivas. Las pruebas afectivas se emplean para evaluar preferencias y/o aceptación de los productos, en este caso no se requiere de jueces capacitados pero sí de un gran número de encuestados seleccionados aleatoriamente o atendiendo a un patrón de consumo, según sea el caso (López, 2002).

## G. Vida de anaquel acelerada

Los métodos acelerados de estimación de la vida de anaquel de alimentos se basan en la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto que las condiciones ambientales como temperatura, presión, humedad, gases de la atmósfera y luz, tienen sobre la velocidad de reacción. Para la estimación, se puede aplicar la ecuación de Arrhenius, expresando el cambio de los constituyentes relacionados con la calidad del alimento, como función del tiempo mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dA}{dt} = -k * A^n$$

Donde A es un factor físico, químico, microbiológico o sensorial de la calidad, n es el orden aparente de reacción, k es la constante de velocidad que representa la pendiente que se genera de la gráfica de A versus tiempo t. En general, las reacciones de deterioro de los alimentos pueden ser tratadas globalmente como reacciones de orden aparente cero, uno o dos (Ocampo, 2010).

## H. Gelificación

Un gel es una fase intermedia entre un sólido y un líquido. Técnicamente, se define como “un sistema substancialmente diluido el cual no muestra flujo en estado estacionario”. La estabilidad de un gel ante fuerzas mecánicas y térmicas depende del número y tipo de entrecruzamientos formados por cadena monomérica (Badui, 2006).

La fuerza de los geles generalmente disminuye a medida que los geles preparados por calentamiento y posterior enfriamiento a temperatura ambiente, son sometidos a calor nuevamente, y de hecho se conocen algunos ejemplos de geles “fundidos” o “termo reversibles”. Los sistemas alimenticios que más utilizan las propiedades funcionales de los geles son los productos lácteos como quesos, también embutidos, masas para panificación y algunos alimentos tradicionales como el tofu. La gelificación también se utiliza para mejorar la absorción de agua, los efectos espesantes, la fijación de proteínas y para estabilizar emulsiones y espumas (Badui, 2006).

## V. DISEÑO EXPERIMENTAL

### A. Manejo post cosecha

**1. Obtención de muestra:** Las muestras analizadas se obtuvieron de Cobán, Alta Verapaz.

**2. Caracterización física de la malanga.** Se determinó el peso inicial, diámetro y longitud de los cormos de malanga fresca, así como la homogeneidad de la forma de los mismos de manera visual de 14 muestras de malanga trasladadas desde Cobán hasta el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad del Valle de Guatemala.

**3. Características de calidad.** Se realizó una clasificación de los cormos de malanga de acuerdo a defectos biológicos (daños por hongos o plagas) y daños físicos (decoloraciones, heridas y magulladuras), de manera visual.

**4. Almacenamiento.** De acuerdo a las recomendaciones de la Food and Agriculture Organization (FAO, 1996) las muestras de malanga se almacenaron durante un mes en un cuarto frío con control de temperatura de 7 – 10°C en recipientes plásticos sellados. Otras muestras de malanga se almacenaron a temperatura ambiente y 2°C, respectivamente.

**5. Vida de anaquel.** Se determinó el porcentaje de pérdida de peso, textura y color de los cormos de malanga un día a la semana, para determinar la vida de anaquel de los mismos en un ambiente de temperatura controlada.

### B. Elaboración de harina y producto nuevo

**1. Lavado.** Limpieza superficial de los cormos con abundante agua.

**2. Pelado y cortado.** La malanga se peló y cortó en rebanadas de grosor aproximado de 0.6cm con un cuchillo para facilitar los procesos posteriores.

**3. Inmersión.** Las rebanadas de malanga se sumergieron en una solución de metabisulfito de sodio al 0.2% durante 24 horas. El agua de remojo se decantó y las piezas se lavaron varias veces con agua tibia para remover el material mucilaginoso.

**4. Licuado (molienda).** Las piezas de malanga se licuaron en una licuadora industrial con la cantidad de agua adicional que fuera necesaria.

**5. Secado.** El material final se secó en un deshidratador de cocina o en un horno de secado industrial y se molió manualmente hasta obtener la harina deseada.

**6. Análisis proximal.** Se realizó un estudio de la composición química proximal para analizar la composición nutricional de la harina de malanga. Para esto, se siguió los métodos propuestos por la AOAC para determinar humedad, cenizas, grasa, proteínas y carbohidratos por diferencia. Los métodos oficiales son los siguientes:

- a. **Humedad**, método AOAC 925.10, horno de aire
- b. **Cenizas**, método AOAC 923.03, método directo
- c. **Grasa**, método AOAC 922.06, extracto etéreo
- d. **Proteínas**, método AOAC 920.87, Kjeldahl
- e. **Carbohidratos por diferencia**

**7. Características funcionales de la harina.**

a. **Granulometría.** Mediante el porcentaje de retención de la harina en tamices de diferentes mesh.

b. **Capacidad de absorción de agua.** Se preparó una solución al 10% p/v de harina en agua destilada y se mezcló por 30 segundos. La solución se dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente y después se centrifugó a 3000rpm por 30 minutos. Se midió el volumen de sobrenadante con una probeta y se determinó la capacidad de absorción de agua de la manera siguiente:

$$CAA = \frac{10\text{mL agua inicial} - \text{Volumen (mL) de sobrenadante}}{\text{Peso (g) de muestra}}$$

c. **Capacidad de absorción de aceite.** Se realizó de la misma forma que la Capacidad de absorción de agua, descrita en el inciso anterior, usando 10mL de aceite en lugar de agua destilada.

d. **Capacidad gelificante.** Se preparó una solución al 10% p/v de harina en agua. Las muestras se calentaron en baño de maría con agitación, tomando la temperatura de gelificación inicial y dejando calentar por 15 minutos después del inicio de la formación del gel. Las muestras se cubrieron y se dejaron enfriar por 1 hora. Se observó el gel formado por cada muestra, así como su viscosidad y consistencia.

**e. Termo reversibilidad.** Los geles obtenidos del inciso anterior, se sometieron nuevamente a cocción, tomando la temperatura en que los mismos perdían su consistencia. Al enfriarse, se observó que nuevamente gelificaran.

**8. Vida de anaquel acelerada.** Al inicio del almacenamiento y posteriormente un día a la semana durante el mes de almacenamiento, se midió los siguientes parámetros de calidad, con los cuáles se realizó las gráficas de vida de anaquel, con las que mediante la ecuación de Arrhenius se determinó el tiempo de vida de anaquel a la temperatura deseada:

**a. Humedad:** método AOAC 925.10, horno de aire

**b. Índice de peróxidos:** mediante el test de peróxidos semi-cuantitativo Merckoquant<sup>®</sup>, tiras con escala colorimétrica.

**9. Elaboración del producto nuevo.** De acuerdo a la composición química y características funcionales de la harina de malanga obtenida, se procedió a analizar, formular y desarrollar un producto a base de la harina.

**10. Análisis sensorial.** Se realizó un análisis sensorial de caracterización del producto obtenido comparado con escalas determinadas por el evaluador para dulzor, sabor, consistencia, viscosidad y color.

## VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Manejo post cosecha

**Tabla No. 5** Caracterización física de 14 muestras de malanga a procesar.

| <b>Total</b>               | <b>Peso (<math>\pm 0.01g</math>)</b> | <b>Diámetro (<math>\pm 0.05mm</math>)</b> | <b>Longitud (<math>\pm 0.1cm</math>)</b> |
|----------------------------|--------------------------------------|---|--|
|                            | 18741                                | 147                                       | 318                                      |
| <b>Promedio</b>            | 1339                                 | 10  | 23                                       |
| <b>Desviación estándar</b> | 269                                  | 0.58                                      | 3.47                                     |
| <b>IC (95%)</b>            | 141                                  | 0.31                                      | 1.82                                     |

La caracterización física de los cormos de malanga crudos, muestran una gran desviación en cuanto al peso de los mismos. Se observa que esto se debe principalmente a la longitud de los cormos. Además, se observó que la homogeneidad de la forma de los cormos no es pareja, presentando en su mayoría pequeños bultos alrededor del corno, lo que ocasionó problemas y tiempos prolongados para el corte y pelado de los cormos de malanga a procesar.

**Tabla No. 6** Determinación visual de las características de calidad de las 14 muestras de malanga a procesar.

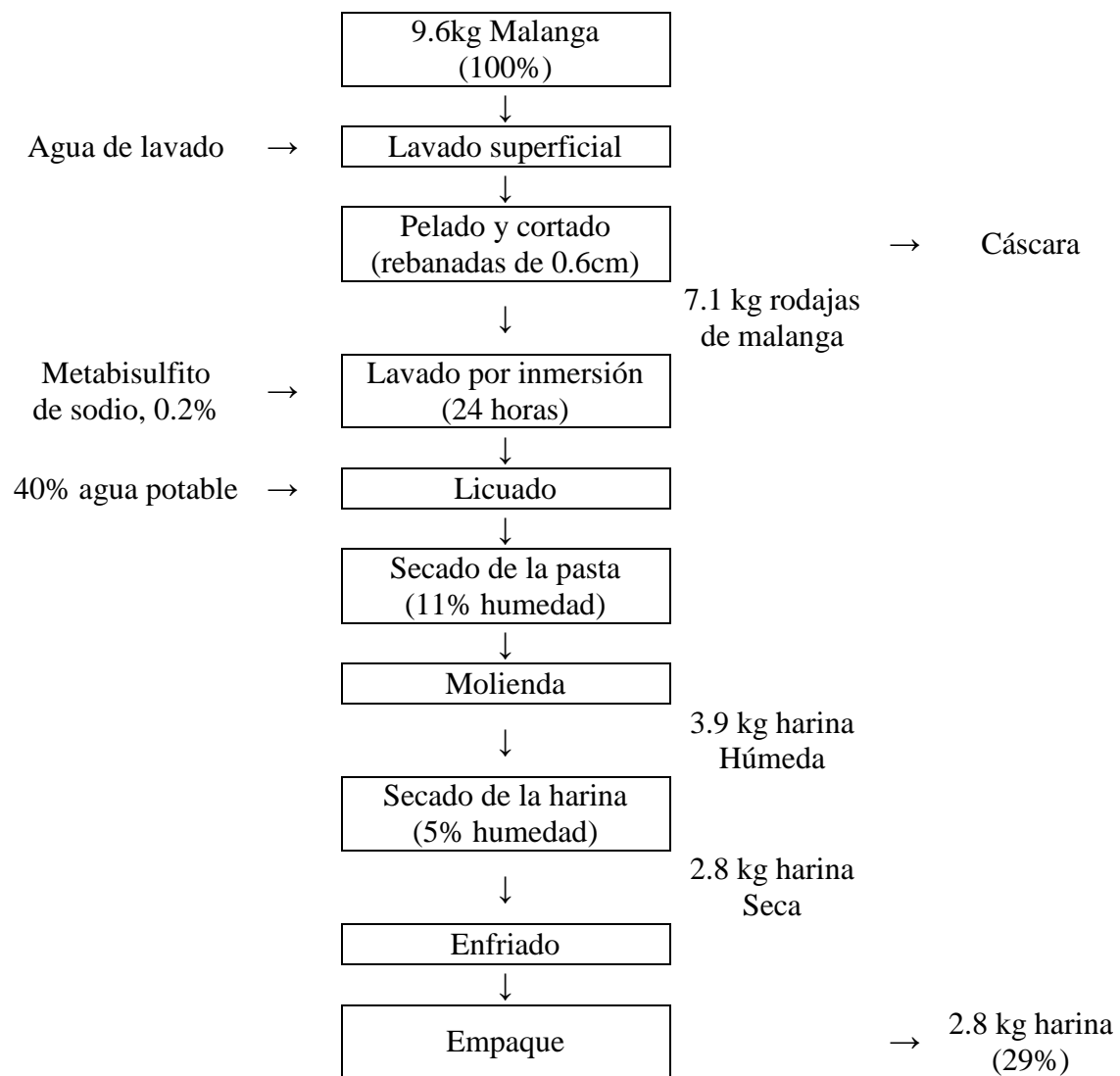
| <b>Total</b> | <b>Defectos biológicos</b> | <b>Heridas</b> | <b>Defectos físicos</b> |
|--------------|----------------------------|----------------|-------------------------|
|              | 0                          | 4              | 9                       |

Al inicio del almacenamiento no se observó presencia de hongos en los cormos de malanga, sin embargo sí se observó heridas y magulladuras en la mayoría de éstos. Las heridas encontradas parecieran ser de malos cortes con cuchillo para separar el corno de malanga de las hojas. Las muestras de malanga fueron almacenadas a 27, 2 y 8°C, de acuerdo a las recomendaciones de la FAO mencionadas en el Marco Teórico. Se inició la vida de anaquel acelerada, pero el análisis no pudo ser completado, ya que a las 3 semanas se observó la aparición de hongos principalmente en los lugares donde se encontraban las heridas mencionadas previamente.

Por lo tanto, para un mejor almacenamiento post cosecha, se recomienda una limpieza superficial y desinfección previo al almacenamiento, principalmente las áreas donde se encuentren daños físicos para retardar la aparición de hongos y mejorar la vida de anaquel de producto fresco.

## B. Elaboración de harina y producto nuevo

**Diagrama No. 1** Proceso de elaboración de harina de malanga



**Tabla No. 7** Costo de producción de harina de malanga

| <b>Costo (Q.00)</b> | <b>Cantidad de harina de malanga (kg)</b> |
|---------------------|---|
| Q107.07             | 2.80                                      |
| Q38.24              | 1.00                                      |

Para la elaboración de harina de malanga se comenzó con un lavado superficial de los cormos de malanga para remover la tierra, luego se pelaron y cortaron en rebanadas y se lavaron por inmersión durante 24 horas para remover el material mucilagoso. Las rebanadas se licuaron agregando la mínima cantidad de agua posible. La pasta obtenida se secó y se molió. La harina obtenida no alcanzaba los requerimientos de porcentaje de humedad, por lo que se volvió a secar hasta obtener en promedio un 5% de humedad. Se esperó que la harina enfriara y por último fue empacada y preparada para los análisis posteriores. Durante el proceso se observó que la mayor pérdida de peso se dio durante el secado de la pasta de malanga, obteniendo un rendimiento de 29% para el procesamiento en general de harina de malanga. Los 2.8kg de harina de malanga tendrían un costo (incluyendo materia prima, recursos y energía) de Q107.07, por lo que el kilogramo de harina de malanga tendría un costo de Q38.24.

**Tabla No. 8** Tiempo requerido en cada operación unitaria para el procesamiento de harina de malanga

| <b>Operación unitaria</b>                     | <b>Tiempo de proceso (min)</b> | <b>Tiempo de proceso (h)</b> |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| <b>Lavado superficial</b>                     | 30                             | 0.50                         |
| <b>Pelado y cortado</b>                       | 50                             | 0.83                         |
| <b>Preparación de solución para inmersión</b> | 10                             | 0.17                         |
| <b>Lavado por inmersión</b>                   | 1440                           | 24.00                        |
| <b>Día 1</b>                                  | <b>1530</b>                    | <b>25.50</b>                 |
| <b>Licuada</b>                                | 40                             | 0.67                         |
| <b>Secado de pasta</b>                        | 300                            | 5.00                         |
| <b>Molienda</b>                               | 60                             | 1.00                         |
| <b>Secado de la harina</b>                    | 120                            | 2.00                         |
| <b>Enfriado</b>                               | 120                            | 2.00                         |
| <b>Empacado</b>                               | 40                             | 0.67                         |
| <b>Día 2</b>                                  | <b>680</b>                     | <b>11.33</b>                 |
| <b>Tiempo total</b>                           | <b>2210</b>                    | <b>36.83</b>                 |

Para el procesamiento de la harina de malanga se requiere dos días de trabajo, ya que las rebanadas de malanga se deben lavar por inmersión por mínimo 24 horas. Se requiere un tiempo total de 25.5 horas para la preparación de malanga en el primer día y 11 horas para el procesamiento de rebanadas a harina de malanga. Sin embargo el tiempo del primer día es tiempo muerto ya que sólo se deben sumergir las rebanadas en la solución de metabisulfito, lo que permitiría procesar más malanga.

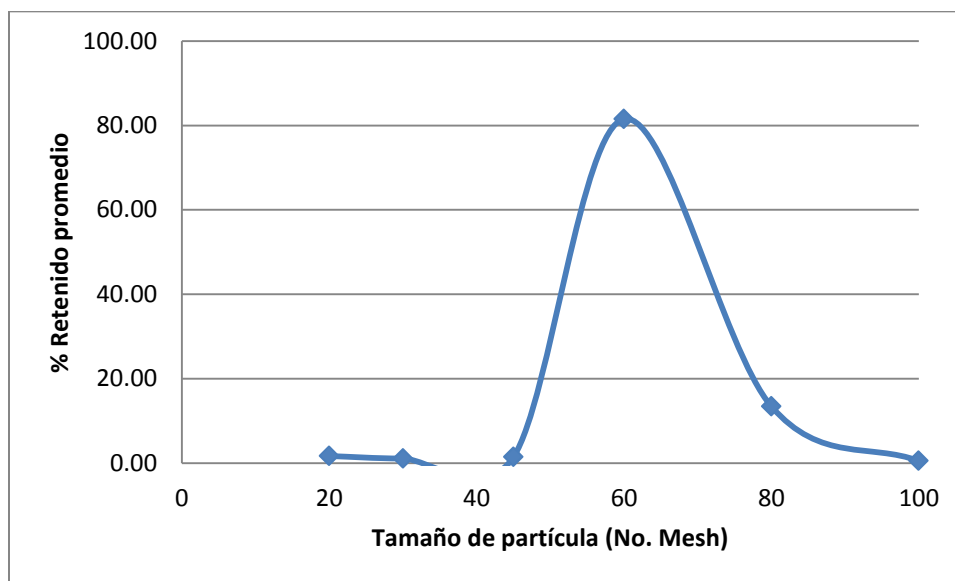
**Tabla No. 9** Análisis proximal con métodos oficiales de la harina de malanga obtenida.

| <b>Análisis</b>        | <b>Método</b>  | <b>Porcentaje (%)</b> |
|------------------------|----------------|-----------------------|
| <b>% Cenizas</b>       | AOAC 923.03    | 1.11 ± 0.19           |
| <b>% Grasa</b>         | AOAC 922.06    | 12.09 ± 0.23          |
| <b>% Humedad</b>       | AOAC 925.10    | 4.99 ± 0.01           |
| <b>% Proteínas</b>     | AOAC 920.87    | 4.73 ± 0.23           |
| <b>% Carbohidratos</b> | Por diferencia | 77.08 ± 0.68          |

Del análisis proximal de la harina de malanga, se observó un bajo porcentaje de cenizas y proteínas, según lo esperado al ser un tubérculo, y un alto contenido de carbohidratos principalmente en forma de almidón. Algunos estudios han demostrado que el contenido de proteínas en las harinas, entre otras características, es de las más significativas para la producción de pan (Njintang, 2008). Por lo tanto, para el posible uso de la harina de malanga para productos de panificación se recomiendan las mezclas de harina de trigo y malanga o la fortificación de la misma con proteínas de otras fuentes.

**Tabla No. 10** Porcentaje retenido promedio de tres muestras de harina de malanga sometidas a análisis granulométrico en diferentes tamices.

| <b>Tamiz</b> | <b>% Retenido Promedio</b> | <b>IC (95%)</b> |
|--------------|----------------------------|-----------------|
| <b>20</b>    | 1.73 ± 0.81                | 0.92            |
| <b>30</b>    | 1.14 ± 0.13                | 0.15            |
| <b>45</b>    | 1.55 ± 0.47                | 0.53            |
| <b>60</b>    | 81.54 ± 2.02               | 2.28            |
| <b>80</b>    | 13.47 ± 2.65               | 3.00            |
| <b>100</b>   | 0.57 ± 0.09                | 0.10            |

**Gráfico No. 1** Análisis granulométrico de la harina de malanga.

La harina de malanga obtenida fue sometida a proceso de molienda hasta obtener la mayor homogeneidad de las partículas posible así como el tamaño deseado, en este caso se esperaba obtener la mayoría de partículas en el mesh no. 60 de acuerdo a la Norma del CODEX para la harina de yuca comestible 176-1989, siendo esta la harina de características más similares a la harina de malanga.

**Tabla No. 11** Capacidad de absorción de agua de harina de malanga, comparada con muestras de harinas y almidones de consumo humano.

| Muestra                  | Agua absorbida promedio (mL agua/g muestra) | IC (95%) |
|--------------------------|---|----------|
| <b>Harina de malanga</b> | 1.55 ± 0.07                                 | 0.10     |
| <b>Harina de arroz</b>   | 1.15 ± 0.21                                 | 0.29     |
| <b>Harina de trigo</b>   | 0.95 ± 0.07                                 | 0.10     |
| <b>Almidón de maíz</b>   | 1.43 ± 0.10                                 | 0.13     |
| <b>Almidón de yuca</b>   | 0.62 ± 0.11                                 | 0.15     |

**Tabla No. 12** Capacidad de absorción de aceite de harina de malanga, comparada con muestras de harinas y almidones de consumo humano.

| Muestra                  | Aceite absorbido promedio<br>(mL aceite/g muestra) |   |      | IC (95%) |
|--------------------------|--|---|------|----------|
| <b>Harina de malanga</b> | 2.55   | ± | 0.07 | 0.10     |
| <b>Harina de arroz</b>   | 2.55   | ± | 0.07 | 0.10     |
| <b>Harina de trigo</b>   | 2.75   | ± | 0.07 | 0.10     |
| <b>Almidón de maíz</b>   | 2.35   | ± | 0.07 | 0.10     |
| <b>Almidón de yuca</b>   | 2.29   | ± | 0.15 | 0.21     |

Se observó una mayor capacidad de absorción de agua en la harina de malanga a comparación de las demás muestras utilizadas, probablemente debido a su alto contenido de carbohidratos, lo cual sugiere una potencial aplicación para productos como flanes, gelatinas o pudines. En cuanto a la capacidad de absorción de aceite, se observó valores bastante similares entre la harina de malanga y las demás muestras, especialmente con la harina de arroz.

**Tabla No. 13** Temperatura de gelificación y observaciones del gel obtenido de harina de malanga, comparada con otras harinas y almidones de consumo humano.

| Muestra                  | Temperatura de inicio de gelificación (°C) | Observaciones del gel obtenido  |
|--------------------------|--|---|
| <b>Harina de malanga</b> | 62°C                                       | Gel suave, poco elástico y fluido.<br>Color rosado claro.                 |
| <b>Harina de arroz</b>   | 82°C                                       | Gel de alta consistencia, no elástico.<br>Poroso y de color blanco opaco. |
| <b>Harina de trigo</b>   | 75°C                                       | Masa espesa, suave y porosa.  |
| <b>Almidón de maíz</b>   | 78°C                                       | Gel de mayor consistencia, no elástico.<br>Color transparente.            |
| <b>Almidón de yuca</b>   | 60°C                                       | Gel suave, fluido y elástico. Transparente.                               |


**Tabla No. 14** Temperatura de termo reversibilidad de los geles obtenidos de harina de malanga, almidón de maíz y almidón de yuca.

| Muestra                  | Temperatura de termo reversibilidad (°C) |
|--------------------------|--|
| <b>Harina de malanga</b> | 46°C                                     |
| <b>Almidón de maíz</b>   | No es termorreversible                   |
| <b>Almidón de yuca</b>   | 72°C                                     |

Se determinó la temperatura de gelificación y capacidad gelificante de la harina de malanga, harina de arroz, harina de trigo, almidón de maíz y almidón de yuca. La temperatura de inicio de gelificación de harina de malanga fue a los 62°C, observándose la separación de fases y obteniendo un gel opaco, con tonos rosados y de buena consistencia. De forma similar, el almidón de yuca presentó la formación de gel a los 60°C, aunque este se observó más translucido y fluido que el gel de harina de malanga. La consistencia obtenida por el gel de harina de malanga fue bastante similar al gel obtenido por el almidón de maíz, aunque un poco más fluido.

Los resultados indican nuevamente su potencial aplicación para pudines y flanes, aunque se debe considerar en especial los cambios de color durante la cocción de la harina de malanga, que por su contenido de antocianinas, se observó que varía de tonos rosados claros a morados oscuros. También se debe considerar que el gel obtenido por el almidón de harina de malanga es termorreversible, iniciando su cambio de textura a los 46°C, por lo que, para mantener la estabilidad del producto, se recomienda almacenarlo de temperatura ambiente (23°C) a un máximo de 40°C.

**Tabla No. 15** Descripción de los dos tipos de empaque utilizados durante el almacenamiento de harina de malanga para la determinación de su vida de anaquel.

| <b>Empaque 1</b>   | <b>Empaque 2</b>                               |
|--|--|
| Bolsa de papel   | Bolsa de papel con bolsa de polietileno dentro |
|  |  |

**Tabla No. 16** Tiempo de vida de anaquel de harina de malanga en dos empaques diferentes, de acuerdo a los factores de calidad del producto, en un almacenamiento a 23°C.

| <b>Factor de calidad</b> | <b>Empaque</b> | <b>t (semanas)</b> | <b>t (mes)</b> |
|--------------------------|----------------|--------------------|----------------|
| <b>% Humedad</b>         | Empaque 1      | 37                 | 9              |
|                          | Empaque 2      | 43                 | 11             |
| <b>IPO</b>               | Empaque 1      | 243                | 61             |
|                          | Empaque 2      | 339                | 85             |

Utilizando las gráficas de Arrhenius y modelos de regresión lineal (Gráficas 3-10 en Anexos), se obtuvo el tiempo de vida de anaquel a un almacenamiento a 23°C de la harina de malanga. Debido al porcentaje de grasa inicial encontrado en la harina de malanga, se realizó el estudio de vida de anaquel acelerada usando como factores de calidad críticos el porcentaje de humedad y el índice de peróxidos determinado de forma semi-cuantitativa.

Durante el almacenamiento no se observó cambios significativos del índice de peróxidos con ninguno de los dos empaques, y al finalizar el estudio se obtuvo una vida de anaquel con este factor de calidad demasiado extensa, por lo que se descartó. Se obtuvo por lo tanto, que el factor crítico para la vida de anaquel de harina de malanga es el porcentaje de humedad y que puede ser de 9 meses almacenada con el Empaque 1 (bolsa de papel únicamente) o de 11 meses con el Empaque 2 (bolsa de polietileno en bolsa de papel). Por lo tanto, no se considera significativo el uso del doble empaque, considerándose adecuado y suficiente el empaque en bolsa de papel para el almacenamiento de harina de malanga. Se sugiere declarar una vida de anaquel de 6 meses, con un margen de seguridad del 70%, para comercializar la harina.

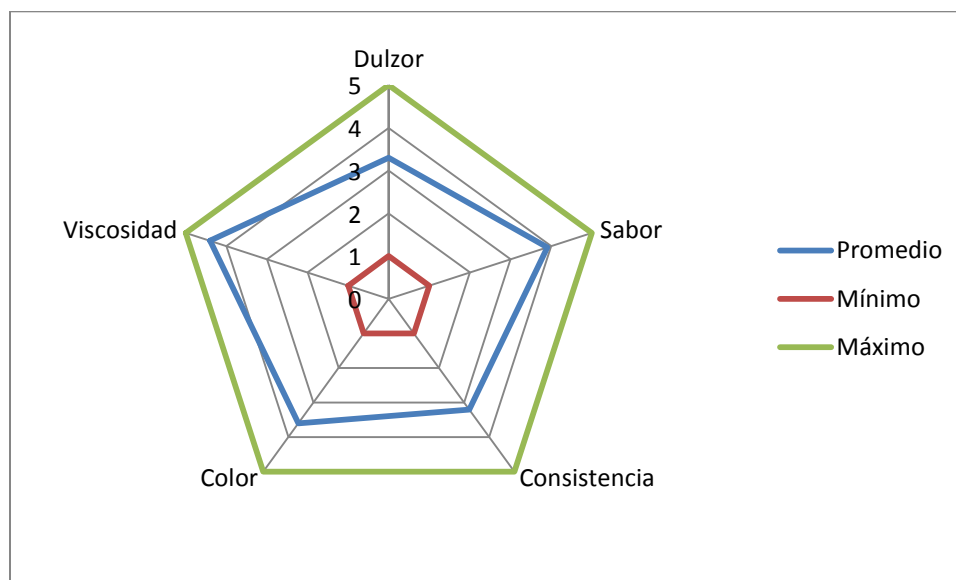
**Tabla No. 17** Costo de producción de pudín de chocolate elaborado con harina de malanga.

| <b>Producto</b>           | <b>Cantidad</b> | <b>Precio (Q)</b> |
|---------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Harina de malanga</b>  | 1 kg            | Q38.24            |
| <b>Pudín de chocolate</b> | 1 unidad (3 oz) | Q2.86             |

De acuerdo a las propiedades de gelificación de la harina de malanga observadas previamente, se realizó un pudín de chocolate, la formulación y preparación del producto se puede observar en la Tabla No. 30 en Apéndice.

De acuerdo a los ingredientes y cantidades utilizadas, el precio individual de un pudín de chocolate con harina de malanga en empaque plástico de 3 onzas de capacidad sería de Q.2.86

**Gráfica No. 2.** Gráfica de araña de la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga.



Se realizó la caracterización del pudín de chocolate mediante un análisis sensorial con la colaboración de 10 panelistas entrenados. El dulzor se comparó con soluciones de azúcar en una concentración definida como mínima (1) y otra concentración máxima (5), definidas por el evaluador, con lo cual se obtuvo un promedio de 3 para el dulzor del pudín de chocolate. El sabor a chocolate se comparó de la misma forma con leche chocolatada en concentración mínima y máxima, y se obtuvo un promedio de 3.9 para el pudín de chocolate; indicando una mayor percepción de sabor achocolatado que azucarado. La consistencia fue comparada con compota como la escala mínima y con flan como la escala máxima, obteniendo un promedio de 3.2 y un promedio para la viscosidad de 3.3. Los resultados se consideraron satisfactorios, considerando que la harina logró su objetivo de gelificar la mezcla para el pudín, sin solidificarla por completo. Para el color se utilizó una paleta de colores chocolate, obteniendo un promedio de 3.6 para el pudín, por lo que se sugiere oscurecer un poco más el producto para obtener el color chocolate deseado.

**Tabla No. 18** Comentarios de los panelistas para la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga.

| <b>Panelista</b> | <b>Comentarios</b>                           |
|------------------|--|
| <b>1</b>         | Consistencia grumosa                         |
| <b>2</b>         | -  |
| <b>3</b>         | El color debería ser un poco más oscuro      |
| <b>4</b>         | -  |
| <b>5</b>         | -  |
| <b>6</b>         | Reforzaría el sabor con una nota de vainilla |
| <b>7</b>         | -  |
| <b>8</b>         | Textura grumosa, muy dulce                   |
| <b>9</b>         | Se siente arenoso                            |
| <b>10</b>        | Mejorar consistencia grumosa                 |

De los comentarios de los panelistas sobre el pudín de chocolate con harina de malanga, se observó que 4 de los 10 panelistas mencionaron una textura grumosa o arenosa, la cuál no se pudo disminuir a pesar de cernir los ingredientes sólidos de la mezcla para el pudín y homogenizarla con mezclador en caliente. El tamaño de partícula de la harina obtenida se considera adecuado ya que se encontró la mayoría en el mesh no. 60, aunque se podría someter la harina a un proceso de molienda extra, para tratar de mejorar el tamaño y homogeneidad de las partículas de harina de malanga. También se recomienda para futuras formulaciones agregar un antiglomerante que permita la estabilidad de la textura del producto y una mejor aceptación del mismo ante los consumidores.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se estableció un proceso factible para la elaboración de harina de malanga con tecnología de alimentos básica, obteniendo un producto con alto contenido de carbohidratos y bajo porcentaje de proteínas.
2. La harina de malanga presenta una capacidad de absorción de 1.55mL de agua/g de harina y de 2.55mL de aceite/g de harina, así como propiedades de gelificación adecuadas para la elaboración de productos como pudines o flanes.
3. Es factible realizar un producto alimenticio a base de harina de malanga aprovechando sus propiedades de gelificación y que sea aceptado a nivel sensorial.
4. Se considera económicamente factible la elaboración de pudín de chocolate con harina de malanga (Q2.86 la unidad de 3 onzas en empaque de plástico).
5. El pudín de chocolate elaborado con harina de malanga presentó características sensoriales adecuadas al tipo de producto alimenticio y con sabor agradable a los consumidores.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar prácticas de limpieza y desinfección de los cormos de malanga y estudiar nuevamente el manejo post cosecha de los mismos para determinar si se puede prolongar su vida de anaquel.
2. Como complemento al análisis de vida de anaquel y control de calidad de la harina de malanga, puede realizarse análisis microbiológicos antes, durante y al finalizar el tiempo de vida de anaquel estimado.
3. Profundizar en la tarea de desarrollo del producto para incorporarle los aditivos necesarios para llegar a tener características reológicas y bromológicas correspondientes a las solicitadas por el panel sensorial.
4. Formular nuevos productos a base de harina de malanga como flanes, productos de panificación, postres, etc.
5. Analizar la factibilidad económica del proyecto en adición a los costos de producción.
6. Evaluar el contenido de antioxidantes en la harina y determinar si éste fue la causa del bajo índice de oxidación de la harina.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Badui, Salvador. 2006. *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación. 736 págs.
2. «Capítulo 7: Almacenamiento». 1995. *Manual de prácticas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s0a.htm>
3. Dardón, Byron. 2010. «Se abre espacio en mercado de frituras». *PrensaLibre* [Guatemala]. 22 de abril. [http://www.prensalibre.com/economia/abre-espacio-mercado-frituras\\_0\\_248375165.html](http://www.prensalibre.com/economia/abre-espacio-mercado-frituras_0_248375165.html)
4. Fernández, Marco. 2009. «La malanga (Colocasia esculenta)». *Revista Agricultura*. II (17): 26 – 29.
5. López, Agustín, *et al.* 2002. *Bioteología alimentaria*. México D.F., Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores. 636 págs.
6. Maga, Joseph. 2000. «Taro: Composition and food uses». *Food Reviews International*. 8 (3): 443 – 473.
7. *Malanga*. Breves monografías agrícolas. 2004. <http://w4.siap.gob.mx/AppEstado/Monografias/Hortalizas/Malanga.html>
8. Nip, Wai-Kit. 2000. *Taro food products*. University of Hawaii at Manoa. Dept. of Food Science and Human Nutrition. 4 págs.

9. Njintang, Nicolas, *et al.* 2009. «Texture, microstructure and physicochemical characteristics of taro (*Colocasia esculenta*) as influenced by cooking conditions». *Journal of Food Engineering*. 91 (2009): 373 – 379.
10. Njintang, Nicolas, *et al.* 2008. «Effect of taro (*Colocasia esculenta*) flour addition on the functional and alveographic properties of wheat flour and dough». *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88 (2008): 273 – 279.
11. Njintang, Nicolas, *et al.* 2007. «Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches». *Journal of Food Engineering*. 86: 294 – 305.
12. Ocampo, Jaime Andrés. 2010. *Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa Decafé S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto*. Tesis Universidad Nacional de Colombia. 104 págs.
13. Pérez, E., *et al.* 2007. «Production and characterization of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* flours». *Journal of Food Science*. 72 (6): 367 – 372.
14. *Producción de malanga: Seguridad alimentaria sostenible en comunidades de Cobán*. 2010. Red Nacional de Grupos Gestores, Grupo Gestor Cobán. Guatemala. <http://www.gruposgestores.org.gt/2011/mapa-interactivo/alta-verapaz/grupo-gestor-coban/>
15. Ramanatha, Rao, *et al.* 2010. *The global diversity of taro: Ethnobotany and conservation*. Biodiversity International, Rome, Italy. 212 págs.
16. Rodríguez, Ernesto. 2008. *Evaluación de tres cultivares de malanga (*Colocasia esculenta*) y aporte al desarrollo sostenible de la comunidad de Ixquisis, municipio de San Mateo Ixtatán, departamento de Huehuetenango*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 91 págs.

17. Rodríguez, J., *et al.* 2010. «Development of extruded snacks using taro (*Colocasia esculenta*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends». *LWT – Food Science and Technology*. 44 (2011): 673 – 680.
18. Sajeev, M.S., *et al.* 2004. «Texture analysis of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) cormels during storage and cooking». *Journal of Food Science*. 69 (7): E315 - E321
19. Sanful, Rita. 2011. «Organoleptic and nutritional analysis of taro and wheat flour composite bread». *World Journal of Dairy & Food Sciencies*. 6 (2): 175-179.
20. Suárez, Diana. 2003. *Guía de procesos para la elaboración de harinas, almidones, hojuelas deshidratadas y compotas*. Convenio Andrés Bello. 59 págs.
21. Sharapin, Nikolai. 2000. *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Convenio Andrés Bello. 247 págs.
22. Taracena, Eduardo. 2004. *Evaluación del efecto de dos medios basales con cinco combinaciones de auxinas y citosinas para la inducción de brotes in Vitro y enraizamiento de brotes de malanga (Colocasia esculenta) Schott*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 59 págs.
23. Velásquez, Gladys. 2006. *Fundamentos de alimentación saludable*. Universidad de Antioquia. 281 págs.

## X. APÉNDICE

**Tabla No. 19** Condiciones de almacenamiento de las muestras de malanga.

| Condición de almacenamiento | Temperatura (°C)            |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>A</b>                    | 27°C                        |
| <b>B</b>                    | 2°C                         |
| <b>C</b>                    | 8°C                         |
| <b>D</b>                    | Malangas sin almacenamiento |

**Tabla No. 20** Caracterización física de las muestras de malanga a procesar.

| Almacenamiento | No.               | Características iniciales |                           |                          |
|----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                |                   | Peso ( $\pm 0.01g$ )      | Diámetro ( $\pm 0.05mm$ ) | Longitud ( $\pm 0.1cm$ ) |
| <b>A</b>       | <b>1</b>          | 874.01                    | 10.03                     | 18.50                    |
|                | <b>2</b>          | 1230.78                   | 10.10                     | 20.50                    |
|                | <b>3</b>          | 1505.42                   | 10.90                     | 26.50                    |
|                | <b>4</b>          | 1543.06                   | 11.30                     | 25.80                    |
| <b>B</b>       | <b>5</b>          | 1249.63                   | 10.03                     | 20.10                    |
|                | <b>6</b>          | 1149.55                   | 10.05                     | 19.80                    |
|                | <b>7</b>          | 1377.20                   | 10.90                     | 23.40                    |
|                | <b>8</b>          | 1555.59                   | 11.00                     | 26.70                    |
| <b>C</b>       | <b>9</b>          | 1975.53                   | 11.80                     | 30.50                    |
|                | <b>10</b>         | 1162.92                   | 10.38                     | 22.60                    |
|                | <b>11</b>         | 1242.06                   | 10.04                     | 20.70                    |
|                | <b>12</b>         | 1118.08                   | 10.03                     | 21.00                    |
| <b>D</b>       | <b>13</b>         | 1540.73                   | 10.08                     | 19.50                    |
|                | <b>14</b>         | 1216.31                   | 10.21                     | 22.70                    |
|                | <b>Total</b>      | 18740.87                  | 146.85                    | 318.30                   |
|                | <b>Promedio</b>   | 1338.63                   | 10.49                     | 22.74                    |
|                | <b>Desv. Est.</b> | 268.85                    | 0.58                      | 3.47                     |
|                | <b>IC (95%)</b>   | 140.83                    | 0.31                      | 1.82                     |

**Tabla No. 21** Determinación visual de las características de calidad de las muestras de malanga a procesar.

| Almacenamiento | No. | Presencia (+) / Ausencia (-) |         |                  |
|----------------|-----|------------------------------|---------|------------------|
|                |     | Defectos biológicos          | Heridas | Defectos físicos |
| A              | 1   | -                            | +       | -                |
|                | 2   | -                            | -       | +                |
|                | 3   | -                            | -       | +                |
|                | 4   | -                            | +       | -                |
| B              | 5   | -                            | -       | +                |
|                | 6   | -                            | +       | +                |
|                | 7   | -                            | -       | +                |
|                | 8   | -                            | -       | +                |
| C              | 9   | -                            | +       | +                |
|                | 10  | -                            | -       | +                |
|                | 11  | -                            | +       | +                |
|                | 12  | -                            | +       | -                |
| D              | 13  | -                            | +       | -                |
|                | 14  | -                            | -       | -                |
| <b>Total</b>   |     | 0                            | 4       | 9                |

**Figura No. 2** Características físicas evaluadas en los cormos de malanga.

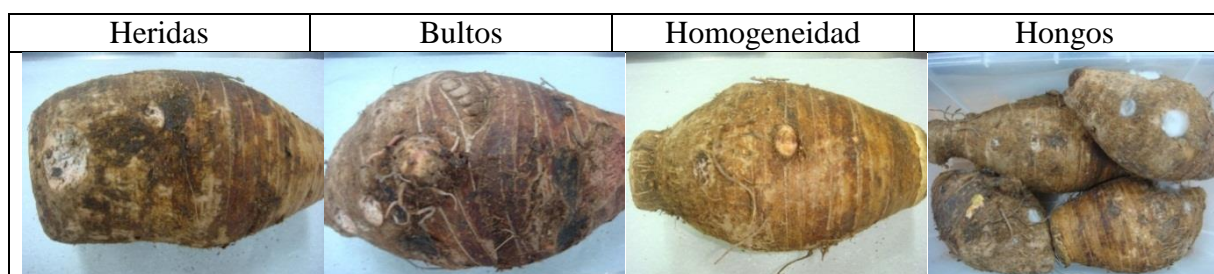


Figura No. 3 Procesamiento de la harina de malanga.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <b>Pesaje de cormos de malanga</b>  | <b>Pelado y cortado</b>   | <b>Rebanado</b>  | <b>Medición de textura con penetrómetro</b>   |
|    |    |    |    |
| <b>Inmersión en solución de metabisulfito de sodio (0.2%)</b>                       | <b>Pesaje de rebanadas de malanga</b>   | <b>Secado de pasta de malanga (inicial)</b>  | <b>Secado de pasta de malanga (final)</b>   |
|    |    |    |    |
| <b>Molienda</b>   | <b>Secado de harina de malanga</b>  | <b>Granulometría</b>   | <b>Harina de malanga</b>  |
|  |  |  |  |

Tabla No. 22 Datos originales para la determinación de cenizas de la harina de malanga.

| Muestra | Peso inicial (g) | Peso crisol (g) | Peso final (g)    | % Cenizas |
|---------|------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| 1       | 3.00             | 32.36           | 32.40             | 1.33      |
| 2       | 3.00             | 32.77           | 32.80             | 1.00      |
| 3       | 3.00             | 34.17           | 34.20             | 1.00      |
|         |                  |                 | <b>Promedio</b>   | 1.11      |
|         |                  |                 | <b>Desv. Est.</b> | 0.19      |
|         |                  |                 | <b>IC (95%)</b>   | 0.22      |

**Tabla No. 23** Datos originales para la determinación del porcentaje de grasa de la harina de malanga.

| Muestra           | Peso inicial (g) | Peso final (g) | Peso muestra (g) | % Grasa |
|-------------------|------------------|----------------|------------------|---------|
| 1                 | 3.7              | 3.40           | 2.5              | 12.00   |
| 2                 | 3.62             | 3.32           | 2.52             | 11.90   |
| 3                 | 3.71             | 3.40           | 2.51             | 12.35   |
| <b>Promedio</b>   |                  |                |                  | 12.09   |
| <b>Desv. Est.</b> |                  |                |                  | 0.23    |
| <b>IC (95%)</b>   |                  |                |                  | 0.27    |

**Tabla No. 24** Datos originales para la determinación del porcentaje de humedad y contenido de sólidos totales de la harina de malanga.

| Muestra           | Peso cápsula (g) | Peso muestra y cápsula (g) | Peso final (g) | % Humedad |
|-------------------|------------------|----------------------------|----------------|-----------|
| 1                 | 11.70            | 13.71                      | 13.61          | 4.98      |
| 2                 | 11.70            | 13.70                      | 13.60          | 5.00      |
| 3                 | 11.10            | 13.10                      | 13.00          | 5.00      |
| <b>Promedio</b>   |                  |                            |                | 4.99      |
| <b>Desv. Est.</b> |                  |                            |                | 0.01      |
| <b>IC (95%)</b>   |                  |                            |                | 0.02      |

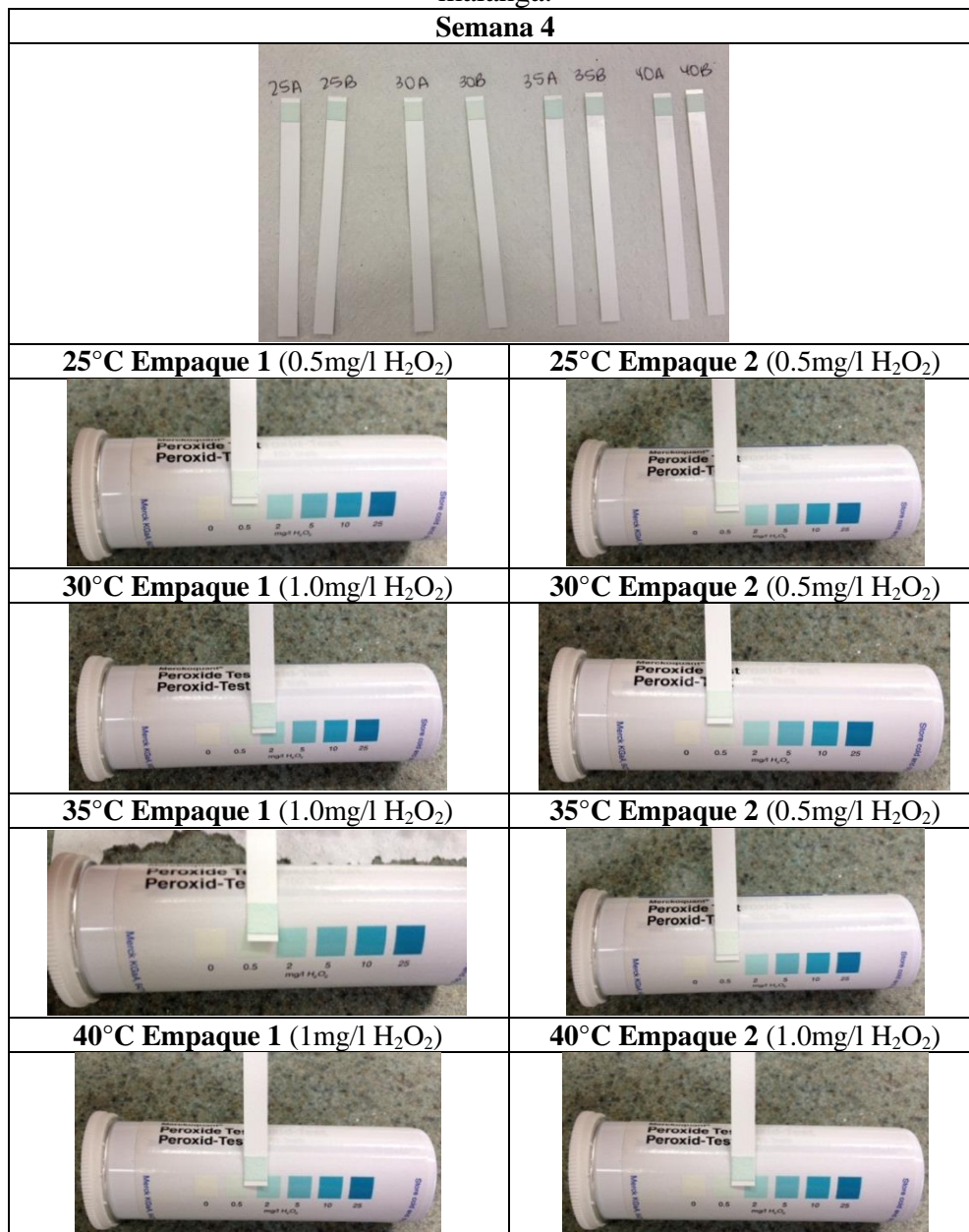
**Tabla No. 25** Datos originales para la determinación del porcentaje de proteína de la harina de malanga.

| Muestra           | Peso muestra (g) | Vol. NaOH (mL) | % Nitrógeno | % Proteína |
|-------------------|------------------|----------------|-------------|------------|
| 1                 | 0.2548           | 1.2            | 0.73        | 4.57       |
| 2                 | 0.2524           | 1.3            | 0.80        | 5.00       |
| 3                 | 0.2522           | 1.2            | 0.74        | 4.62       |
| <b>Promedio</b>   |                  |                |             | 4.73       |
| <b>Desv. Est.</b> |                  |                |             | 0.23       |
| <b>IC (95%)</b>   |                  |                |             | 0.27       |

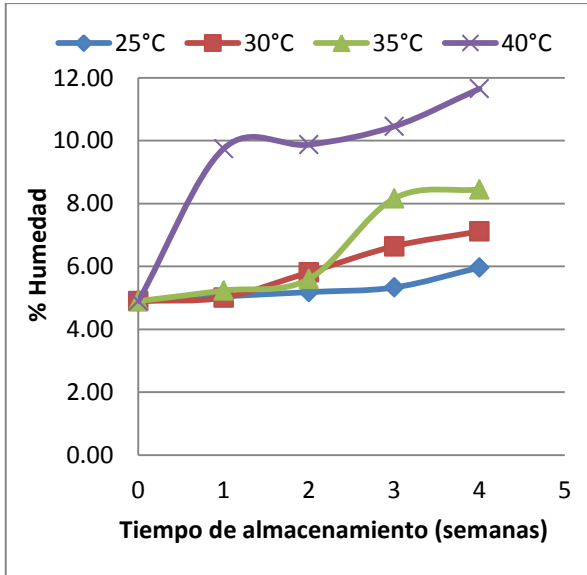
**Tabla No. 26** Características técnicas de los materiales de empaque utilizados.

| Características técnicas         | Bolsa de papel | Bolsa de polietileno (PE) |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|
| <b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b> |                |                           |
| <b>Grosor (±0.01µm)</b>          | 1.67           |                           |
| <b>Peso (±0.01g)</b>             | 8.50           |                           |
| <b>Dimensiones</b>               |                |                           |

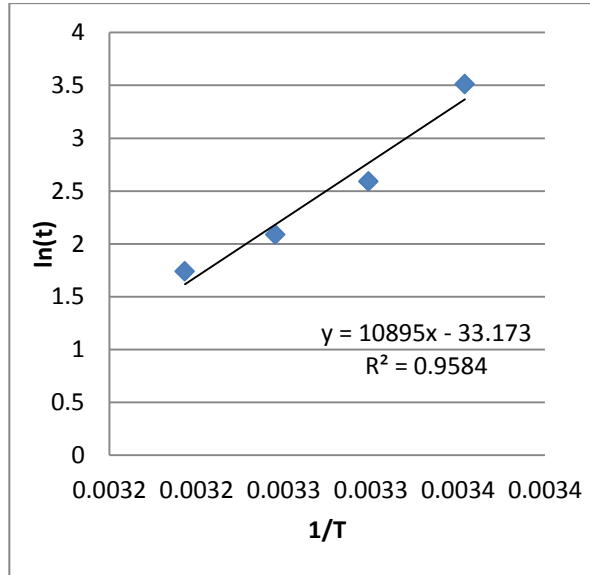
**Figura No. 4** Análisis de peróxidos a la cuarta semana de almacenamiento de harina de malanga.



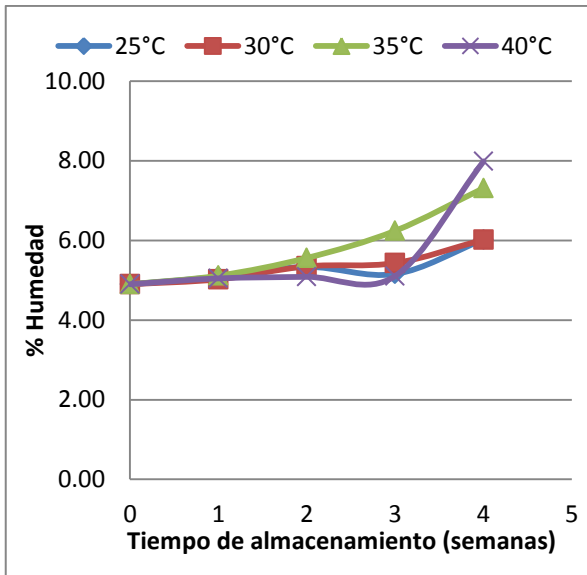
**Gráfica No. 3** Tendencia del porcentaje de humedad contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1



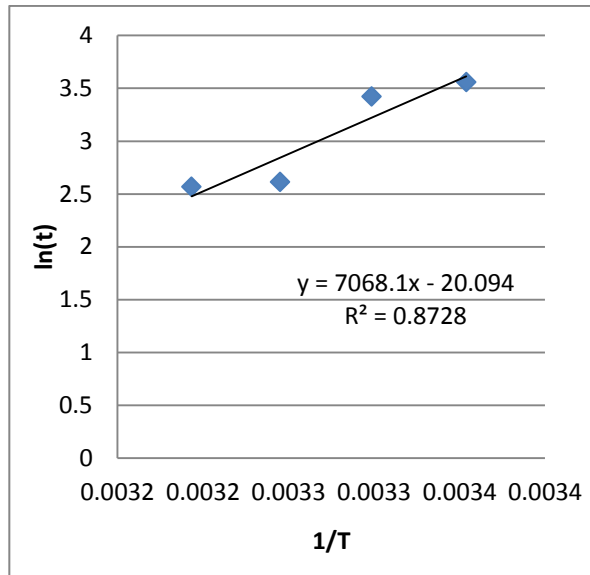
**Gráfica No. 4** Gráfico de Arrhenius, respecto al porcentaje de humedad, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1



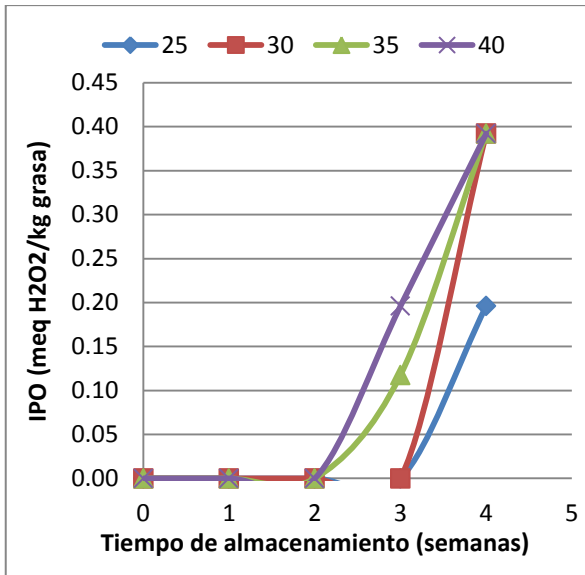
**Gráfica No. 5** Tendencia del porcentaje de humedad contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2



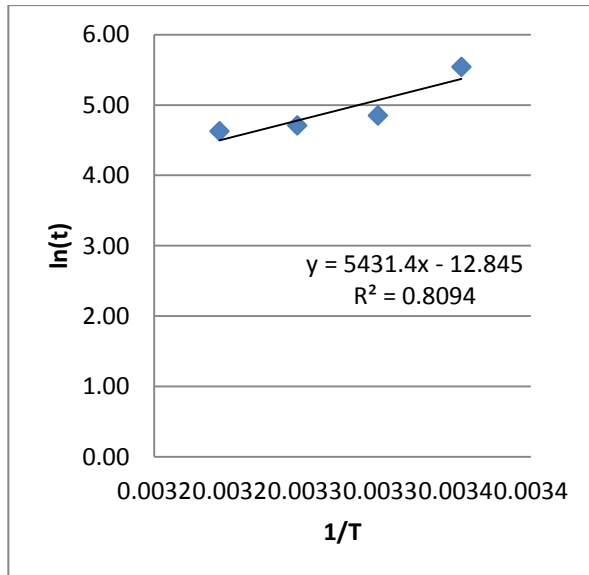
**Gráfica No. 6** Gráfico de Arrhenius, respecto al porcentaje de humedad, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2



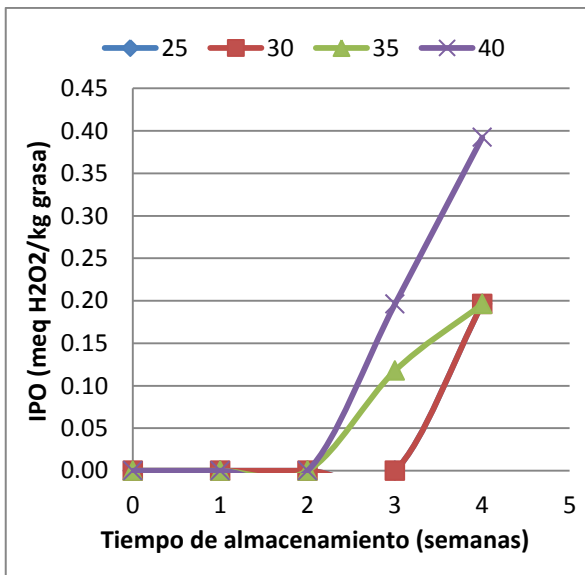
**Gráfica No. 7** Tendencia del índice de peróxidos contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1



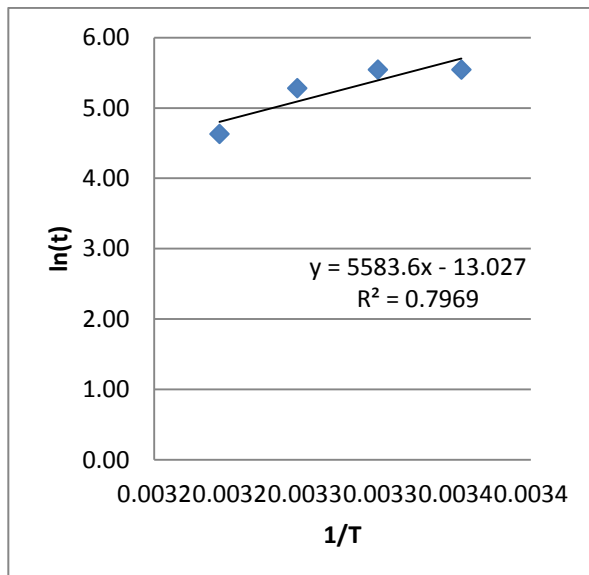
**Gráfica No. 8** Gráfico de Arrhenius, respecto al índice de peróxidos, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 1



**Gráfica No. 9** Tendencia del índice de peróxidos contra el tiempo de almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2



**Gráfica No. 10** Gráfico de Arrhenius, respecto al índice de peróxidos, para el almacenamiento de harina de malanga en el Empaque 2



### Cálculo de vida de anaquel.

Los datos obtenidos semanalmente para cada factor de calidad (porcentaje de humedad, índice de peróxidos, sabor y olor) fueron graficados con respecto al tiempo de almacenamiento. Se obtuvo la pendiente para cada curva y se determinó una  $t$  para cada temperatura de la manera siguiente:

$$t = \frac{\text{Valor límite} - \text{Valor inicial}}{\text{Pendiente}}$$

Para el porcentaje de humedad el valor límite usado fue de 13% de humedad, siendo este el valor recomendado por el CODEX para harina de yuca y el límite para el índice de peróxidos fue de 10.0 meq/kg de acuerdo a los límites de la AAFCO para harinas de subproductos de origen animal. Se realizaron las gráficas de Arrhenius con el logaritmo natural de  $t$  contra el inverso de la temperatura en Kelvin (K). Se obtuvo la ecuación de regresión lineal y se determinó el tiempo de vida de anaquel a la temperatura deseada de la manera siguiente:

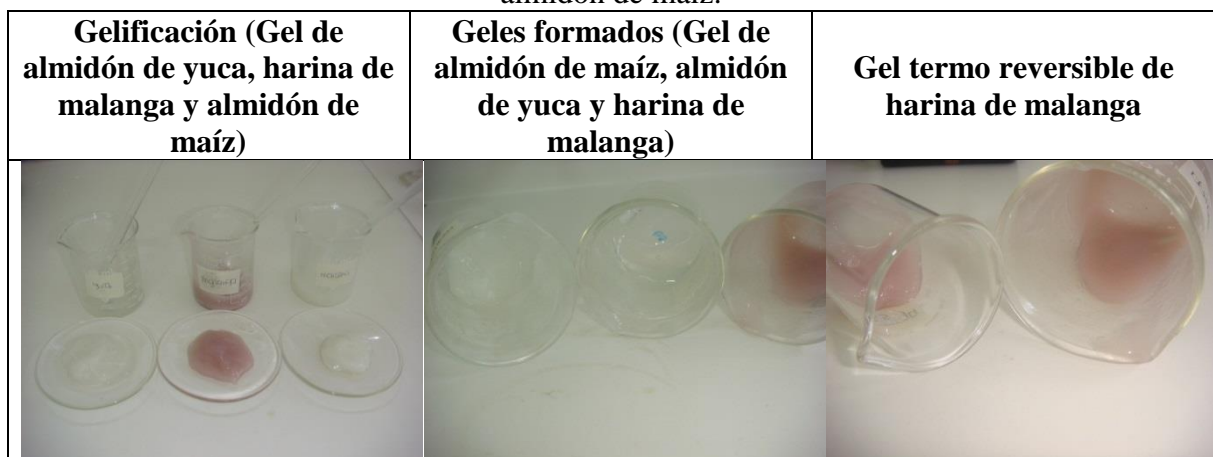
$$\ln(t) = \frac{1}{T}m + b$$

$$t = e^{(1/Tm+b)}$$

**Figura No. 5** Absorción de agua y aceite de harina de malanga comparado con almidón de yuca, almidón de maicena, harina de arroz y harina de trigo.



**Figura No. 6** Gelificación de harina de malanga comparado con almidón de yuca y almidón de maíz.



**Tabla No. 27** Costo requerido de materia prima para el procesamiento de 10 malangas.

| Materia prima          |           | Cotización de materia prima |          | Costo requerido      |               |
|------------------------|-----------|-----------------------------|----------|----------------------|---------------|
|                        |           | Precio (Q)                  | Cantidad | Cantidad del proceso | Costo (Q)     |
| Malanga                |           | Q3.00                       | 1 lb     | 10 unidades (9.6kg)  | Q66.00        |
| Agua potable           | Licuadao  | Q16.00                      | 20 L     | 3.9 L                | Q3.12         |
|                        | Inmersión | Q16.00                      | 20 L     | 25 L                 | Q20.00        |
| Metabisulfito de sodio |           | Q5.00                       | 1/2 kg   | 4.23 g               | Q0.04         |
| <b>Sub total</b>       |           |                             |          |                      | <b>Q89.16</b> |

**Tabla No. 28** Costo de energía eléctrica para el procesamiento de 10 malangas.

| Equipo              | Tiempo (h) | Potencia (watts) | Potencia (KW) | Energía (KW h) | Costo (Q)     |
|---------------------|------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| Licuadao industrial | 0.67       | 1103.25          | 1.10          | 0.74           | Q1.44         |
| Secadora            | Pre secado | 5.00             | 1000.00       | 1.00           | Q9.80         |
|                     | Secado     | 2.00             | 1000.00       | 1.00           | Q3.92         |
| Molino              | 1.00       | 1400.00          | 1.40          | 1.40           | Q2.74         |
| <b>Total</b>        |            |                  |               |                | <b>Q17.91</b> |

**Tabla No. 29** Costo total para la producción de 2.8kg de harina de malanga, y costo por kilogramo de harina de malanga.

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Costo materia prima     | Q89.16         |
| Costo energía eléctrica | Q17.91         |
| <b>Total</b>            | <b>Q107.07</b> |
| <b>Precio/kg</b>        | <b>Q38.24</b>  |

**Tabla No. 30** Formulación y preparación de pudín de chocolate con harina de malanga.

| <b>Ingrediente</b>    | <b>Cantidad</b>   |
|-----------------------|---|
| Azúcar                | 1/3 taza (81g)  |
| Harina de malanga     | 3 cucharadas (24g)  |
| Cocoa amarga en polvo | 1 ½ cucharadas (7.5g)   |
| Leche descremada      | 2 tazas (444g)  |
| Mantequilla           | 1 cucharada (16g)   |
| Esencia de vainilla   | 1 cucharadita   |
| <b>Preparación:</b>   | Mezclar azúcar, harina de malanga y cocoa en polvo.<br>Adicionar leche poco a poco, mezclando continuamente.<br>Continuar mezclando a fuego lento.<br>Cuando la mezcla empiece a espesar, agregar mantequilla y vainilla.<br>Esperar a obtener la consistencia del pudín.<br>Esperar que enfríe.<br>Empacar o servir. |

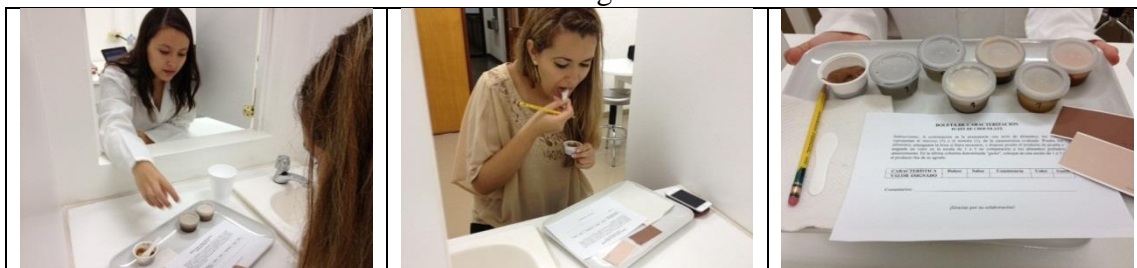
**Tabla No. 31** Costo de materia prima para la elaboración de pudín de chocolate con harina de malanga.

| <b>Ingrediente</b>                             | <b>Cantidad</b>                     |       | <b>Costo</b>  |
|--|-------------------------------------|-------|---------------|
| <b>Azúcar</b>                                  | 1/3 taza                            | 81 g  | Q0.63         |
| <b>Harina de malanga</b>                       | 3 cucharadas                        | 24 g  | Q0.92         |
| <b>Cocoa</b>                                   | 1 cucharada                         | 5 g   | Q0.18         |
| <b>Leche descremada</b>                        | 2 tazas                             | 444 g | Q8.05         |
| <b>Mantequilla</b>                             | 1 cucharada                         | 16 g  | Q0.29         |
| <b>Vainilla</b>                                | 1 cucharadita                       | 2.4 g | Q0.05         |
| <b>Subtotal (producción de 13oz. de pudín)</b> |                                     |       | <b>Q10.12</b> |
| <b>Precio individual (pudín de 3oz.)</b>       |                                     |       | <b>Q2.53</b>  |
| <b>Empaque</b>                                 | 1 empaque de polietileno de 3 onzas |       | Q0.33         |
| <b>Precio/pudín</b>                            |                                     |       | <b>Q2.86</b>  |

**Tabla No. 32** Tabulación de datos de panelistas para la caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga.

| Panelista                  | Dulzor | Sabor | Consistencia | Color | Viscosidad |
|----------------------------|--------|-------|--------------|-------|------------|
| 1                          | 3      | 4     | 2            | 3     | 5          |
| 2                          | 2      | 4     | 3            | 4     | 4          |
| 3                          | 2      | 4     | 4            | 3     | 5          |
| 4                          | 4      | 4     | 3            | 3     | 5          |
| 5                          | 3      | 3     | 4            | 4     | 4          |
| 6                          | 5      | 4     | 5            | 5     | 3          |
| 7                          | 4      | 4     | 3            | 3     | 5          |
| 8                          | 3      | 5     | 3            | 4     | 3          |
| 9                          | 4      | 3     | 3            | 4     | 5          |
| 10                         | 3      | 4     | 2            | 3     | 5          |
| <b>Promedio</b>            | 3.30   | 3.90  | 3.20         | 3.60  | 4.40       |
| <b>Desviación estándar</b> | 0.95   | 0.57  | 0.92         | 0.70  | 0.84       |
| <b>IC (95%)</b>            | 0.59   | 0.35  | 0.57         | 0.43  | 0.52       |

**Figura No. 7** Prueba de caracterización sensorial de pudín de chocolate con harina de malanga.



**Figura No. 8** Boleta utilizada para el análisis de caracterización sensorial del pudín de chocolate con harina de malanga.

| <b>BOLETA DE CARACTERIZACIÓN<br/>PUDÍN DE CHOCOLATE</b>  |               |              |                     |              |                   |
|--|---------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|
| <p>Instrucciones: A continuación se le presentarán una serie de alimentos, los cuales representan el máximo (5) o el mínimo (1), de la característica evaluada. Pruebe los alimentos, enjuáguese la boca si fuera necesario, y después pruebe el producto de prueba y asígnele un valor en la escala de 1 a 5 en comparación a los alimentos probados anteriormente.</p> |               |              |                     |              |                   |
| <b>CARACTERÍSTICA</b>  | <b>Dulzor</b> | <b>Sabor</b> | <b>Consistencia</b> | <b>Color</b> | <b>Viscosidad</b> |
| <b>VALOR ASIGNADO</b>  |               |              |                     |              |                   |
| <p>Comentarios: _____</p>  |               |              |                     |              |                   |
| <p>¡Gracias por su colaboración!</p>   |               |              |                     |              |                   |