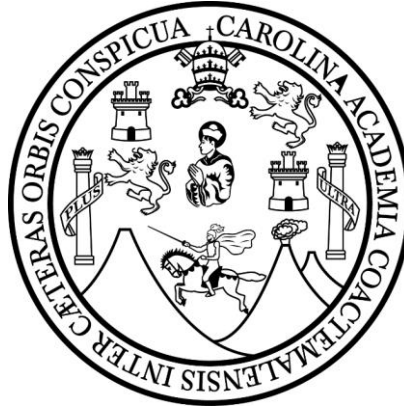


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A
PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO, AMARANTO "*Amaranthus sp*", SORGO
"*Sorghum vulgare*" Y MALANGA "*Colocasia esculenta*".

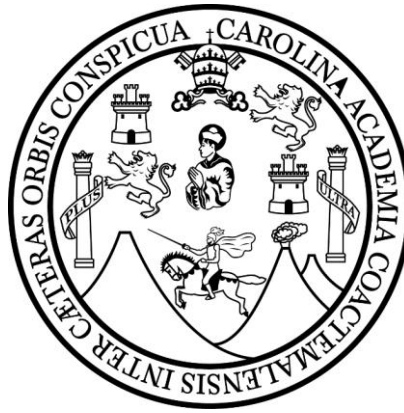
Por:

DULCE MARÍA ISABEL UMAÑA HERNÁNDEZ

201240512

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2019.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A
PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO, AMARANTO "*Amaranthus sp*", SORGO
"*Sorghum vulgare*" Y MALANGA "*Colocasia esculenta*".

Por:

DULCE MARÍA ISABEL UMAÑA HERNÁNDEZ

201240512

M.Sc. EDGAR DEL CID CHACÓN
ASESOR PRINCIPAL

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2019.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

AUTORIDADES

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos	Rector
Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

REPRESENTANTES DOCENTES

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
Dra. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

REPRESENTANTE GRADUANDOS CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles	Vocal
-----------------------------------	-------

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís	Vocal

AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Académico

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Ingeniería Agronomía Tropical

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. José David Barrillas Chang
**Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área Social Humanista

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vázquez
Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Paola Marisol Rabanales
**Coordinadora Carrera de Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme la vida, salud, sabiduría, entendimiento y ese amor inigualable.

A MI MADRE: Norma Hernández

Por su apoyo incondicional, sacrificio invaluable, amor y confianza.

A MI ESPOSO: Verny Guevara

Por ser mi ayuda idónea, por tratarme con respeto, amor y confianza.

A MI HIJO: Jonatán Guevara Umaña

Por motivarme cada día y darme ese amor puro y sincero.

A MIS HERMANOS: Wilfredo, Evelyn y Katherine, quienes han creído en mí y me han apoyado en esta etapa de mi vida, que en los momentos difíciles, siempre estuvieron para dar palabras de aliento y consejos.

A MI FAMILIA

EN GENERAL: Gracias.

AGRADECIMIENTOS

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala, mi casa de estudios que me brindo la oportunidad de formarme como profesional.
- A:** Facultad de Ingeniería, por darme un espacio físico para poder desarrollarme como profesional dentro de la rama académica de mayor interés en mi vida.
- A:** Docentes de la Carrera Ingeniería en Alimentos, por compartir sus conocimientos en cada etapa de mi formación académica.
- A:** Mis asesores, M.Sc. Edgar del Cid Chacón y Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores por su innegable apoyo en esta etapa académica así como la confianza depositada en mi persona.
- A:** Mis amigas que estuvieron presentes en el transcurso de esta carrera universitaria.

Índice

Contenido	Página
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema.....	3
3. Justificación	5
4. Marco teórico	6
4.1 Suplemento alimenticio.....	6
4.1.1 Definición	6
4.1.2 Función	6
4.1.3 Origen de los suplementos.....	6
4.1.4. Clasificación de los suplementos alimenticios	7
4.2 Suero de leche en polvo	9
4.2.1 Definición	9
4.2.2 Producción.....	9
4.2.3 Componentes.....	9
4.3 Amaranto “ <i>Amaranthus sp</i> ”	10
4.3.1 Beneficios del amaranto.....	10
4.3.2 Propiedades	10
4.3.3 Origen del amaranto	11

4.3.4 Propiedades generales	11
4.4 Sorgo “ <i>Sorghum vulgare</i> ”	13
4.4.1 Aporte nutricional	13
4.4.2 Beneficios	14
4.4.3 Propiedades del sorgo	14
4.4.4 Origen del sorgo.....	15
4.4.5 Producción mundial e importancia económica del sorgo.....	15
4.4.6 Distribución e importancia económica del sorgo en Guatemala	16
4.5 Malanga “ <i>Colocasia esculenta</i> ”	17
4.5.1 Beneficios	17
4.5.2 Propiedades nutricionales	17
4.5.3 Contenido de fibra	18
4.5.4 Valor nutricional	18
4.5.5 Origen	19
4.5.6 Zonas de producción en Guatemala.....	19
4.6 Cantidad diaria de proteínas recomendada.....	19
4.7 Prueba de escala hedónica verbal	20
4.8 Análisis químico proximal	20
5. Objetivos	21
5.1 Objetivo General	21
5.2 Objetivos Específicos	21

6. Hipótesis	22
7. Recursos, materiales y equipo.....	23
7.1 Recursos	23
7.1.1 Humanos	23
7.1.2 Instituciones	23
7.2. Materiales y equipo	24
7.2.1 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de amaranto “ <i>Amaranthus sp</i> ”	24
7.2.2 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de sorgo “ <i>Sorghum vulgare</i> ”	24
7.2.3 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de malanga “ <i>Colocasia esculenta</i> ”	25
7.2.4 Materia prima y equipo para la elaboración del suplemento alimenticio instantáneo	26
7.2.5 Materia prima y equipo para la elaboración de la bebida del suplemento alimenticio instantáneo	26
7.2.6 Materia prima y equipo para la elaboración del panel de evaluación sensorial.....	27
8. Diseño estadístico	28
9. Marco operativo	29
9.1 Proceso para la elaboración de la harina de amaranto	29
9.2 Proceso para la elaboración de la harina de sorgo.	29
9.3 Proceso para la elaboración de harina de malanga.....	30
9.4 Proceso para la elaboración de un alimento instantáneo	31

9.5 Proceso para la elaboración de la bebida a partir del suplemento alimenticio instantáneo.	32
9.6 Metodología para el análisis sensorial	32
9.6.1 Panel piloto.....	32
9.6.2 Metodología para el envío de muestras al laboratorio.....	33
10. Resultados y Discusión	34
10.1 Resultados de la elaboración del alimento instantáneo	34
10.2 Resultados de la elaboración de la bebida a partir del suplemento alimenticio	35
10.3 Resultados obtenidos en el panel piloto de evaluación sensorial.....	35
10.4 Resultados obtenidos en el análisis químico proximal.....	38
11. Conclusiones	40
12. Recomendaciones	41
13. Referencias.....	42
14. Anexos	46
15. Apéndice	51
16. Glosario.....	67

Índice de tablas

Tabla	Página
1. Contenido nutricional del suero de leche en polvo a utilizar.....	9
2. Composición química de la semilla de amaranto por 100 g.	11
3. Composición nutricional del sorgo por 100 g.....	14
4. Principales países productores de sorgo.....	15
5. Área cultivada y rendimiento de sorgo en los departamentos de Guatemala en el período 2007-2008.....	17
6. Composición química de la malanga por 100 g.....	18
7. Cantidad diaria de proteína recomendada	19
8. Fórmulas utilizadas en la elaboración del suplemento alimenticio	32
9. Fórmulas utilizadas en la realización del suplemento alimenticio.....	34
10. Código de las formulaciones utilizadas	35
11. Resultados de la evaluación sensorial.....	36
12. Tonalidades de color presentadas en la materia prima utilizada.....	37
13. Tonalidades de color presentadas en las tres formulaciones	37
14. Resultados obtenidos en el análisis químico proximal	38

Índice de apéndices

Apéndice	Página
1. Boleta para evaluación sensorial.....	51
2. Proceso para la elaboración de harina de amaranto	53
3. Proceso para la elaboración de harina de sorgo	54
4. Proceso para la elaboración de harina de malanga	55
5. Metodología para la elaboración de un alimento instantáneo.....	56
6. Metodología para la elaboración de la bebida del suplemento alimenticio	57
7. Tabulación de datos de panel piloto.....	58
8. Fotos de la elaboración de harina de Amaranto.....	64
9. Fotos de la elaboración de harina de Sorgo.....	64
10. Fotos de la elaboración de harina de Malanga.....	65
11. Fotos de la elaboración de las tres formulaciones.....	65
12. Fotos del panel piloto.....	66
13. Fotos de las muestras enviadas al laboratorio.....	66

Índice de anexos

Anexo	Página
1. Tabla de distribución de F de Fisher (2 colas).....	46
2. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 1, código 717.....	48
3. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 2, código 499.....	49
4. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 3, código 603.....	50

Índice de graficas

Gráfica	Página
1. Resultados obtenidos en el panel sensorial.....	36

RESUMEN

En Guatemala existe materia prima rica en proteínas, vitaminas y minerales como el amaranto, sorgo y malanga, que junto con el suero de leche en polvo, pueden ser utilizadas en la elaboración de un suplemento alimenticio proteico capaz de contribuir en la buena alimentación del ser humano, debido a que esta materia prima contiene un elevado valor nutricional. La presente investigación analizó el desarrollo de un nuevo producto instantáneo, demostrando el aprovechamiento del suero de leche en polvo, así como el amaranto, sorgo y malanga en la industria de alimentos.

En el presente documento de investigación se da a conocer la metodología, recursos, materiales y equipos utilizados en la formulación de un suplemento alimenticio proteico a partir de suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*", así como los resultados planteados en los objetivos de esta investigación.

En este proyecto de investigación se desarrollaron tres formulaciones, las cuales se evaluaron por medio del análisis sensorial, la aceptación de cada una de las formulaciones, las cuales fueron enviadas al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizarles el análisis químico proximal de proteína. La formulación que cumplió con los requerimientos necesarios para ser considerada un suplemento alimenticio proteico, siendo esta la fórmula No. 2, código 499, que contenía un 85% de suero de leche en polvo, 7% de amaranto, 5% de sorgo y 3% de malanga, la cual obtuvo mayor contenido proteico de las tres formulaciones, esta formulación también fue la que mayor aceptabilidad presentó por medio de los panelistas.

ABSTRACT

In Guatemala there is a raw material rich in proteins, vitamins and minerals such as amaranth, sorghum and malanga, which together with whey powder, can be used in the preparation of a protein food supplement capable of contributing to the good diet of the being. human, because this raw material contains a high nutritional value. This research analyzed the development of a new instant product, demonstrating the use of whey powder, as well as amaranth, sorghum and malanga in the food industry.

In this research document the methodology, resources, materials and equipment used in the formulation of a protein food supplement from whey powder, amaranth "*Amaranthus sp*", sorghum "*Sorghum vulgare*" and malanga "are disclosed *Colocasia esculenta* ", as well as the results set out in the objectives of this investigation.

In this research project, three formulations were developed, which were evaluated by means of sensory analysis, the acceptance of each of the formulations, which were sent to the bromatology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the University of San Carlos from Guatemala, to perform the proximal chemical analysis of protein. The formulation that met the necessary requirements to be considered a protein food supplement, this being the formula No. 2, code 499, which contained 85% whey powder, 7% amaranth, 5% sorghum and 3 % of malanga, which obtained the highest protein content of the three formulations, this formulation was also the one that presented the highest acceptability through the panelists.

1. Introducción

La elaboración de bebidas instantáneas a base de harinas de cereales y tubérculos ha resultado de interés en los últimos años; ya que, proporcionan características físicas aceptables, así como los nutrientes necesarios para la buena alimentación humana. El ritmo de la vida moderna ha reducido el tiempo para cocinar o consumir alimentos, de ahí el auge de consumir todo tipo de productos fáciles de preparar, principalmente de tipo instantáneo.

El suero de leche es un subproducto de la leche de vaca, este subproducto está compuesto por agua, lactosa, proteínas, minerales (calcio, fósforo, magnesio) y grasa en muy bajo contenido. Las proteínas son indiscutiblemente el componente de mayor importancia del suero, sus propiedades y aplicaciones son de gran interés en diversas áreas.

Los suplementos alimenticios son sustancias que se ingiere para mejorar la salud. El amaranto es considerado un pseudocereal, pues posee características similares a los cereales, pero con algunas cualidades tales como su contenido proteico, fuente de buenas grasas, fibra, minerales y vitaminas. El sorgo es un cereal similar al maíz, tanto en apariencia como en aportes nutricionales, es un poco más rico en proteínas que el maíz, tiene cantidades valiosas de vitaminas y minerales además de no contener gluten. La malanga es un tubérculo muy rico en propiedades y nutrientes esenciales, alto contenido en vitaminas y minerales.

En el presente documento de investigación se da a conocer la metodología, recursos, materiales y equipos utilizados en la formulación de un suplemento alimenticio a partir de suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*".

Sabiendo las propiedades nutricionales de la materia prima, se desarrollaron tres formulaciones, a las cuales se le realizaron análisis sensorial con la prueba de escala hedónica verbal, método estadístico de análisis de varianza y análisis proximal de contenido de proteína, los resultados se evaluaron con el objetivo de seleccionar la formulación que cumpla con los requerimientos necesarios para una buena alimentación, siendo esta la fórmula No. 2, código 499, la cual contenía un 85% de suero de leche en polvo, 7% de amaranto, 5% de sorgo y 3% de malanga, esta presentó por medio del análisis químico proximal, mayor contenido proteico de las tres formulaciones, también fue la fórmula que obtuvo mayor ponderación por medio de los panelistas de laboratorio de análisis sensorial, los cuales evaluaron cuatro características organolépticas: color, olor, textura y sabor.

2. Planteamiento del problema

El suero de leche en Guatemala, durante muchos años fue considerado como un contaminante ambiental o un simple subproducto de la elaboración de quesos, sin embargo este punto de vista ha cambiado radicalmente debido a que este subproducto es una fuente rica en nutrientes esenciales, en Guatemala la utilización del subproducto suero de leche es relativamente baja y es utilizado en la fabricación de concentrados para la alimentación de animales y algunas empresas y personas utilizan el suero de leche para la elaboración de bebidas ya que proporciona proteínas, vitaminas y minerales que favorecen la alimentación, distribuidores de suero de leche en polvo importan este producto y aseguran que actualmente no funciona alguna empresa guatemalteca dedicada a la transformación de este subproducto en polvo, como materia prima para la elaboración de alimentos para el consumo humano, tomando en cuenta que el suero tendría que ser recolectado fresco para mitigar el crecimiento microbiano del mismo, así como tener la maquinaria necesaria para la transformación del suero fresco a suero en polvo.

En Guatemala existe materia prima rica en proteínas, vitaminas y minerales como el amaranto, sorgo y malanga que junto con el suero de leche en polvo pueden ser utilizadas en la elaboración de un suplemento alimenticio proteico capaz de contribuir en la buena alimentación del ser humano. El consumo diario de proteínas es un tema bastante controvertido en líneas generales. Las proteínas son un macronutriente, al igual que los hidratos de carbono y las grasas, esenciales para el buen funcionamiento del organismo. En esencia, son moléculas formadas por aminoácidos, y desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y el mantenimiento de diversos tejidos, como la masa muscular. Cada gramo de proteína tiene 4 kcal, al igual que los hidratos de carbono.

Debido a la problemática, que existe una fuerte deficiencia proteica en alimentos y que puede obtenerse de materia prima local, se planteo la presente pregunta de investigación:

¿Cuál de las formulaciones planteadas tendrá mejor aporte proteico y aceptabilidad para considerarla un suplemento alimenticio proteico instantáneo a partir desuero de leche en polvo, amaranto “*Amaranthus sp*”, sorgo “*Sorghum vulgare*” y malanga “*Colocasia esculenta*”?

3. Justificación

El presente proyecto de investigación consistió en la formulación de un suplemento alimenticio elaborado a base suero de leche en polvo, amaranto “*Amaranthus sp*”, sorgo “*Sorghum vulgare*” y malanga “*Colocasia esculenta*”, partiendo del contenido nutricional de la materia prima a utilizar, alto contenido de nutrientes esenciales para mantener las funciones vitales del organismo.

En la investigación se pretendió estudiar cuál de las formulaciones propuestas era la que propicia un balance nutricional adecuado en el producto final y aceptabilidad del mismo además que pudiera estar al alcance de toda la población que tiene problemas en adquirir productos de alto valor nutricional y con lo mismo se utilice un programa de seguridad alimentaria y nutricional.

Debido a que la materia prima utilizada contiene un elevado valor nutricional el presente proyecto analizó el desarrollo de un nuevo producto instantáneo, demostrando el aprovechamiento del suero de leche en polvo, así como el amaranto, sorgo y malanga en la industria de alimentos, también se buscó contribuir a una adecuada alimentación.

Este producto puede ser destinado como complemento nutricional en niños y adultos y estará al alcance de toda la sociedad.

4. Marco teórico

4.1 Suplemento alimenticio

4.1.1 Definición

Se les conoce como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria”. (Suplementos, 2017)

Los suplementos alimenticios, no se utilizan para curar o tratar enfermedades a menos que la FDA (Administración de Alimentos y Fármacos) de los EE.UU. los haya aprobado y garantice su uso. (Sanchez, 2019)

4.1.2 Función

Los suplementos alimenticios son importantes en la complementación de tratamientos sobre todo en enfermedades inmunológicas que requieran adicionar en su dieta proteína, vitaminas y minerales, su función principal es incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes, pues algunas personas no obtienen en su alimentación todos los nutrimentos que necesitan.

4.1.3 Origen de los suplementos

Hace algunas décadas la separación entre medicamento y alimento estaba muy definida, debido al aumento de la esperanza de vida y sobre todo la importancia que ha adquirido la salud y su

vinculación con la alimentación, se ha abierto un mercado para un nuevo y variado grupo de productos, suplementos alimenticios, con efectos positivos para la salud debido a la presencia y características de la sustancia que contienen. (García, 2008)

4.1.4. Clasificación de los suplementos alimenticios

Existen cinco categorías de nutrientes utilizados en la manufacturación de los suplementos nutricionales, a partir de los cuales se pretende una clasificación de los suplementos alimenticios:

- **Naturales:** nutrientes de origen vegetal, mineral o animal que tras un breve procesado mantienen su integridad nutricional básica tal como fue diseñada por la naturaleza.
- **Origen natural:** productos que sufren un proceso o refinado pero que siguen siendo obtenidos de fuentes vegetales, minerales o animales.
- **Idénticos a los naturales:** nutrientes manufacturados en laboratorio que son idénticos en estructura molecular y actividad en el cuerpo humano que los nutrientes naturales.
- **Estrictamente sintéticos:** nutrientes manufacturados en laboratorio que son de alguna manera distintos a los nutrientes naturales.
- **Nutrientes obtenidos de levaduras cultivadas en medios enriquecidos:** minerales y algunas vitaminas manufacturados farmacológicamente son añadidas al medio donde se cultivan levaduras del tipo *Sacharomyces*. De esta forma se obtendrán vitaminas y minerales asimilados en levaduras. (Naranjo, 2012)

El suplemento alimenticio a formular en esta investigación es considerado de origen natural.

4.1.4.1 Clasificación de los suplementos alimenticios en cuatro categorías según su seguridad y efectividad

CATEGORIA	SUPLEMENTO
Grupo A <i>Suplementos aprobados</i>	Bebidas deportivas, geles, alimentos energéticos, alimentos líquidos, proteínas del suero, barras deportivas, suplementos de calcio, hierro, multivitamínicos y minerales, Probióticos para protección intestinal, Vitamina D, reposición electrolítica, cafeína, creatina y Bicarbonato
Grupo B <i>Bajo consideración, requieren más estudio</i>	B-alanina, jugo de remolacha/ nitratos, antioxidantes C y E, Carnitina, Colostro, HMB (hidroximetil butirato), aceite de pescado, Quercetina, Probióticos para función inmune, Polifenoles como antioxidantes y anti-inflamatorios
Grupo C <i>Limitadas pruebas de efectos beneficiosos</i>	Ribosa, productos destinados a “lavar” el lactato, coenzima Q10, aminoácidos ramificados, vitaminas cuando son usadas con objetivos diferentes a los postulados en el Grupo A, Ginseng, hierbas (por ejemplo Rhodiola rosea), Glucosamina, Picolinato de cromo, agua oxigenada, TCM, ZMA (Zinc monometionina aspartato y magnesio aspartato), Inosina. Todos aquellos suplementos que no se encuentren en ningún grupo deben considerarse como si estuvieran en este apartado.
Grupo D <i>Prohibidos (doping) o con alto riesgo de contaminación</i>	Efedrina, estricnina, Sibutramina, Metilexanamina, Androstenediona, Dehidroepiandrosterona, Tribulus Terrestris y otros suplementos de testosterona de origen natural, glicerol, 19- norandrostenediona y 19- norandrostenediol.

Fuente: Lira (2012).

El suplemento a formular en esta investigación se clasifica en el Grupo A de suplementos aprobados debido a que es a base de proteína de suero.

4.2 Suero de leche en polvo

4.2.1 Definición

Es un suplemento nutricional fabricado y un aditivo alimentario que viene de la leche y se usa para el consumo humano y animal. Es subproducto de la fabricación de queso o caseína. Es alto en proteína y lactosa. Su apariencia es blanca cremosa y tiene un sabor soso. (Suero, 2019)

4.2.2 Producción

Durante la fabricación del queso, los sólidos de la leche se coagulan para producir un requesón, que eventualmente se convierte en queso. Un subproducto acuoso de este proceso, llamado suero de leche, es rico en nutrientes y contiene lactosa, proteína, minerales y vitamina. El polvo de suero de leche se hace reduciendo el contenido líquido mediante ósmosis inversa y evaporación al vacío. Luego se seca. Esto produce suero de leche cristalizado, que puede ser molido en polvo.

4.2.3 Componentes

El suero de leche en polvo tiene entre 60 y 75% de lactosa, proteína entre el 11 y 18%, grasa de 1 a 1.5% y de 3.5 a 5% de ceniza. El contenido acuoso suele estar por debajo del 5%.

Tabla 1. *Contenido nutricional del suero de leche en polvo a utilizar.*

Nutrientes (Por 100 g)	
Energía	340 kcal
Grasa Total	5.01 g
Carbohidratos	28,0 g
Proteína	13.40 g

Fuente: Suero (2019).

4.3 Amaranto “*Amaranthus sp*”

El amaranto, tal como la quinoa, es considerado un pseudocereal, pues posee características similares a los cereales, pero con algunas cualidades que destacan tales como su contenido proteico, que es más semejante al de las legumbres.

4.3.1 Beneficios del amaranto

Su proteína es superior a la de otros cereales, el amaranto fue seleccionado por la NASA para alimentar a los astronautas, por su alto valor nutritivo. El amaranto es ideal para incorporarse a la dieta y llevar una alimentación vegana con proteínas de origen vegetal de alta calidad, el contenido de buenas grasas, en fibra y en fitosteroles, lo hacen ideal para prevenir enfermedades cardiovasculares al controlar dislipemias y valores de presión arterial, es un buen sustituto de arroz y pastas pues calma el hambre y el apetito. Además, previene la diabetes. (Guárquez, 2015)

El Amaranto es buena fuente de proteínas, hierro y calcio. Contiene una semilla con la cual se elaboran cereales, harinas, dulces y otros productos saludables. Este producto junto al maíz, el frijol y la chía, fue uno de los principales alimentos de las culturas de América y la principal fuente de proteínas. (Cornejo, 2015)

4.3.2 Propiedades

- Fuentes más importantes de proteínas, ya que supera a la mayoría de los cereales.
- Fuente de minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B₁, B₂, B₃.
- Fuente de ácido fólico, tan necesario en mujeres embarazadas.
- Fuente de niacina, calcio, hierro y fósforo.
- Contiene aminoácidos como la lisina. (Beneficios, 2011)

4.3.3 Origen del amaranto

El amaranto se ha venido cultivando en América desde hace 5000 a 7000 años. Los primeros en utilizarlo como un cultivo altamente productivo fueron los mayas. Cuando los españoles llegaron a México, el amaranto era uno de los granos más apreciados por los aztecas, pues se estima que producían de 15 a 20000 toneladas por año y además formaba parte de los tributos que cobraban a los pueblos sometidos. Con la llegada de los europeos a América se inició un intenso intercambio de cultivos en el que algunos de éstos cobraron mayor importancia mientras que otros llegaron casi a desaparecer. Era considerado un alimento ritual, que se utilizaba en la elaboración de diversos alimentos tales como atoles, tamales, pinole y tortillas, y sus hojas se consumían también como verdura. (Duante, 2017)

4.3.4 Propiedades generales

4.3.4.1 Aprovechamiento del grano del amaranto

Algunos estudios revelan que el amaranto se puede digerir y absorber mejor después de transformarlo con calor. Remover la cubierta del grano con calor ha sido reportado como la mejor forma de mejorar la calidad de la proteína disponible en el grano de amaranto. Hay varios métodos para transformarlo entre los que están reventar, tostar, hervir, etc. Utilizar temperaturas muy altas reduce la calidad del grano. (Amaranto, 1997)

Tabla 2. *Composición química de la semilla de amaranto por 100 g.*

Análisis	Contenido
Humedad %	9.84
Energía kcal.	374
Proteína g.	14.45
Grasa total g.	6.51

Carbohidratos g.	66.17
Fibra diet. Total g.	9.30
Ceniza g.	3.04
Calcio mg.	153
Fósforo mg.	455
Hierro mg.	7.59
Tiamina mg.	0.08
Riboflavina mg.	0.21
Niacina mg.	1.29
Vitamina C mg.	4

Fuente: INCAP (2012).

4.3.4.2 Propiedades nutraceuticas

Tiene un alto nivel de proteínas, que van del 6 al 18%. Mientras que el contenido de proteínas de maíz, trigo y arroz mejorados genéticamente oscila del 10 a 13 por ciento. La calidad del contenido proteínico mayoritario puede compararse en varios parámetros a la de la proteína de la leche, la caseína, que se considera nutricionalmente la proteína por excelencia; la principal proteína en el amaranto, descubierta y bautizada como amarantina, es superior nutricional y funcionalmente a cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora.

4.3.4.3 Valor nutricional

El amaranto es un vegetal con alto valor nutricional por su contenido de proteínas, aminoácidos y minerales, contiene más del doble de proteínas que el maíz, arroz y del 60 a 80 % más que el trigo, contiene el doble de lisina que el trigo y el triple que el maíz, característica que hace del amaranto un alimento valioso para complementar las dietas basadas en cereales. (Council, 2019)

4.3.4.4 Cultivo de amaranto en Guatemala

Lideresas de varias comunidades de Sololá se prepararon a nivel local y se dieron la tarea de experimentar con el cultivo del Amaranto, las primeras cosechas no pudieron ser desgranadas, por lo que fueron vendidas a otras organizaciones que ya conocían el cultivo, a un costo de 800 quetzales el quintal, pero dos años después varias lideresas fueron capacitadas en la producción del Amaranto y conocieron aún más de su valor nutritivo y origen ancestral.

En la actualidad la asociación elabora varios productos, derivados y procesados del Amaranto, entre los que destacan harina para atol, poporopos, que se utilizan como cereales con frutas y leche; galletas, pan, cocadas, pastel de Amaranto, que ya son distribuidos y comercializados en supermercados y tiendas. (Guárquez, 2015)

4.4 Sorgo “*Sorghum vulgare*”

Es un género de gramíneas oriundas de las regiones tropicales y subtropicales de África oriental. Se cultivan en su zona de origen, Europa, América y Asia como cereal para consumo humano, animal, en la producción de forrajes, y para la elaboración de bebidas alcohólicas y escobas. Su resistencia a la sequía y el calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas, y es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo. (Beltsville, 2018)

4.4.1 Aporte nutricional

Es un cereal similar al maíz, tanto en apariencia como en aportes nutricionales, aunque tiene un menor aporte calórico contiene un alto número de proteínas, contiene además cantidades valiosas de vitaminas, entre ellas las vitaminas del grupo B y E, necesarias para mantener unos tejidos

corporales en perfecto estado. Contiene minerales como el hierro, el zinc, el fósforo y el calcio. A todo esto, hay que sumar las altas dosis de fibra que nos brinda y que tan necesarias son para mantener un organismo en perfecto estado. (Form, Vitonica alimentos, 2011)

Tabla 3. *Composición nutricional del sorgo por 100 g.*

Análisis	Contenido
Humedad %	10
Energía kcal.	342
Proteína g.	8.80
Grasa total g.	3.20
Carbohidratos g.	76.30
Fibra diet. Total g.	6.30
Ceniza g.	1.70
Calcio mg.	19
Fósforo mg.	299
Hierro mg.	3.70
Tiamina mg.	0.41
Riboflavina mg.	0.12
Niacina mg.	3.20

Fuente: INCAP (2012).

4.4.2 Beneficios

Alto poder astringente y homeostático, que ayuda a conseguir un mejor funcionamiento general del organismo, este cereal absorbe parte del azúcar que obtenemos a través de los alimentos y lo irá liberando de manera lenta en el organismo, que lo irá asimilando poco a poco, mejorando así los niveles de energía a lo largo del día, y controlando en todo momento la cantidad de glucosa en sangre. (Beneficios, 2014)

4.4.3 Propiedades del sorgo

Contiene una gran cantidad de minerales y vitaminas, destacan las del grupo B (tiamina, riboflavina y niacina) y E. Esta riqueza lo convierte en un importante alimento antioxidante, es

rico en hierro, calcio, fósforo, zinc y fibra insoluble. El hierro participa activamente en la producción de hemoglobina y contribuye a la formación de las proteínas musculares. El calcio es vital para el crecimiento de los huesos; y el fósforo, además de en los huesos, interviene en las funciones del cerebro, el corazón y los riñones. (Propiedades, 2018)

4.4.4 Origen del sorgo

El sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central -Etiopía o Sudán-, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen, sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India. El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. (El, 2017)

4.4.5 Producción mundial e importancia económica del sorgo

El sorgo es el principal grano en algunas partes de África, Asia, India/Pakistán y China donde constituye gran parte de la dieta humana. Se emplea también en alimentación animal, en la producción de forrajes y para la elaboración de bebidas alcohólicas.

Tabla 4. *Principales países productores de sorgo.*

País	Producción (1000 T)
Estados Unidos	12 635 730
Nigeria	9 058 000
India	7 150 800
México	6 202 920

Sudán	4 999 000
Argentina	2 794 967
China	2 434 895
Etiopía	2 173 599
Burkina Faso	1 507 162
Brasil	1 440 750
Australia	1 283 000
Níger	975 223
Mali	900 791
Tanzania	900 000
Egipto	843 840
Yemen	601 040
Chad	576 571
Camerún	500 000
Uganda	456 000
Venezuela	382 116

Fuente: Principales (2017).

4.4.6 Distribución e importancia económica del sorgo en Guatemala

El sorgo ocupa el segundo lugar en la producción de cereales después del maíz. En 1997 y 1998 se le dedicó un área de siembra de 42,605 ha, con una producción de 54,450 toneladas, obteniendo un rendimiento promedio de 1.8 L/Ha. Es un cultivo de importancia económica para el país, ya que sustituye al maíz para la industria de concentrados. Es utilizado como alimento humano en el oriente del país, se mezcla con maíz para la elaboración de tortillas o bien se utiliza solo. En la Costa Sur de Guatemala, de 85-90 por ciento de la producción se utiliza en la elaboración de concentrados y el resto para la alimentación directa de animales. El cultivo del sorgo se realiza principalmente en la Costa Sur (Escuintla como mayor productor), en el Oriente (Jutiapa, Chiquimula y Zacapa) y en el Norte (Valle de Polochic) de Guatemala.

Tabla 5. Área cultivada y rendimiento de sorgo en los departamentos de Guatemala en el período 2007 –2008.

Departamento	ÁreaCultivada (ha)	Rendimiento (ton/Ha)
Guatemala	678	1.57
El Progreso	191	2.49
Escuintla	136	4.82
Santa Rosa	4,261	1.92
Retalhuleu	280	1.43
Quiché	813	1.43
Zacapa	1,058	1
Chiquimula	2,185	1.25
Jutiapa	17,213	1.75

Fuente: INE (2008).

4.5 Malanga “*Colocasia esculenta*”

Es un tubérculo muy rico en propiedades y nutrientes esenciales. Se trata de una de las especies pertenecientes a una planta tropical que fue descubierta en América por los europeos que colonizaron las tierras y que se llevó principalmente al continente africano. (La, 2017)

4.5.1 Beneficios

La raíz de malanga se constituye como un maravilloso tubérculo lleno de beneficios y propiedades nutricionales, ideal para añadir dentro de una dieta variada y equilibrada como forma de complementar una alimentación mucho más completa y saludable. (Enzo, 2014)

4.5.2 Propiedades nutricionales

Desde un punto de vista nutricional la malanga es muy rica en vitaminas y minerales. (Isrow, 2013)

- **Vitaminas:** destaca sobre todo su contenido en vitamina C, vitaminas del grupo B (en especial la B₆) y vitamina E.
- **Minerales:** destacan su aporte en potasio, magnesio, fósforo y manganeso.

4.5.3 Contenido de fibra

La malanga es un alimento rico en fibra dietética, una ración de malanga aporta 7 gramos de fibra dietética (el 27% de la cantidad diaria recomendada), actúa como preventivo y tratamiento nutricional del estreñimiento. (Maryland, 2008)

4.5.4 Valor nutricional

Contiene una alta disposición en nutrientes, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, posee importante fuente de vitaminas y minerales como la tiamina, riboflavina, hierro, fosforo, vitamina B₆, vitamina C, niacina, potasio, cobre y magnesio, lo que lo hace un producto apetecido por Estados Unidos, la Unión Europea y Centroamérica. (Ulloa, 2013)

Tabla 6. *Composición química de la malanga por 100 g.*

Análisis	Contenido
Humedad %	65.90
Energía kcal.	132
Proteína g.	1.70
Grasa total g.	0.30
Carbohidratos g.	30.90
Fibra diet. Total g.	2.40
Ceniza g.	1.20
Calcio mg.	14
Fósforo mg.	56
Hierro mg.	0.80
Tiamina mg.	0.13
Riboflavina mg.	0.03
Niacina mg.	0.70
Vitamina C mg.	5

Fuente: INCAP (2012).

4.5.5 Origen

El origen de la malanga está en los trópicos americanos y específicamente en la zona de las Antillas, y que luego se trasladó al oeste del continente africano, cuando los europeos llegaron al continente americano, encontraron este producto desde el sur de México hasta Bolivia. Entre los países de América Central o del Sur, en la zona de las Antillas se ha encontrado la mayor cantidad de ecotipos (variedades) de este producto.

4.5.6 Zonas de producción en Guatemala

La malanga se produce principalmente Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango, Retalhuleu, San Marcos, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa, Izabal, Alta y Baja Verapaz, Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá. (Taracena, 2004)

4.6 Cantidad diaria de proteínas recomendada

El INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) ha publicado los valores de ingesta de referencia para la población (PRI) relativos a las proteínas. Un PRI indica la cantidad de un solo nutriente que la mayoría de los individuos de una determinada población necesita para mantener una buena salud, en función de la edad y el sexo.

Tabla 7. *Cantidad diaria de proteína recomendada.*

Edad	Proteínas g.
3 a 5 meses M-F	17
6 a 8 meses M-F	18
9 a 11 meses M-F	19
1 a 2 años M-F	18
2 a 3 años M-F	21
3 a 4 años M-F	25
5 a 6 años M-F	27
7 a 9 años M-F	36

10 a 11.9 años M-F	47
12 a 13 años M-F	57-56
14 a 15 años M-F	68-58
16 a 17 años M-F	74-55
18 a 64 o más años M-F	68-53
Embarazo F	61
Lactancia	76

Fuente: Vico (2017).

4.7 Prueba de escala hedónica verbal

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales. (Hernández, 2005)

4.8 Análisis químico proximal

El análisis proximal, método general de análisis de los alimentos. Se utiliza para analizar los componentes más abundantes en los alimentos (extracto seco). Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y humedad. (Torín, 2018)

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

5.1.1 Desarrollar una formulación de un suplemento alimenticio proteico instantáneo a partir de suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*".

5.2 Objetivos Específicos

5.2.1 Evaluar por medio del análisis sensorial, la aceptación de las tres formulaciones del suplemento alimenticio instantáneo a partir del suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*".

5.2.2 Analizar por medio del análisis proximal, el contenido proteico de las tres formulaciones de suplemento alimenticio a partir de suero de leche en polvo.

5.2.3 Determinar a través del análisis proximal de proteína, la formulación que cumpla con los requerimientos necesarios para ser considerado un suplemento alimenticio proteico.

6. Hipótesis

Alguna de las formulaciones propuestas a partir de suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*", puede ser considerada un suplemento alimenticio proteico, por los resultados que reportará el análisis proximal de proteína.

7. Recursos, materiales y equipo

7.1 Recursos

7.1.1 Humanos

- T.U. Dulce María Isabel Umaña Hernández
- Docentes Asesores:
 - M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón
 - Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores
- Panelistas de laboratorio de la carrera de Ingeniería en Alimentos

7.1.2 Instituciones

- Centro Universitario del Suroccidente CUNSUROC
- Planta Piloto Carrera, Ingeniería en Alimentos CUSUROC-USAC
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la planta piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC-
- Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.2. Materiales y equipo

7.2.1 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de amaranto “*Amaranthus sp*”

- Amaranto
- Agua
- Balanza analítica
- Tamiz
- Estufa
- Termómetro
- Morteros
- Cuchillo
- Tabla
- Molino
- Deshidratador
- Bolsas Ziploc

7.2.2 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de sorgo “*Sorghum vulgare*”

- Sorgo
- Agua
- Balanza analítica
- Tamiz

- Estufa
- Termómetro
- Morteros
- Cuchillo
- Tabla
- Molino
- Deshidratador
- Bolsas Ziploc

7.2.3 Materia prima y equipo para la elaboración de la harina de malanga “*Colocasia esculenta*”

- Malanga
- Agua
- Balanza analítica
- Estufa
- Tamiz
- Termómetro
- Morteros
- Deshidratador
- Molino
- Cuchillo
- Tabla

- Bolsas Ziploc

7.2.4 Materia prima y equipo para la elaboración del suplemento alimenticio instantáneo

- Suero de leche en polvo
- Harina de amaranto
- Harina de sorgo
- Harina de malanga
- Agua
- Deshidratador
- Tamiz
- Mortero
- Vasos precipitados
- Bolsas Ziploc

7.2.5 Materia prima y equipo para la elaboración de la bebida del suplemento alimenticio instantáneo

- Suplemento alimenticio
- Agua
- Vaso precipitado
- Varilla

7.2.6 Materia prima y equipo para la elaboración del panel de evaluación sensorial

- Muestras
- Vasos plásticos
- Servilletas
- Boletas de evaluación
- Agua pura
- Lapiceros

8. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño simple con distribución en bloques al azar. Cada evaluador constituyó un bloque y cada formulación un tratamiento. Se realizó un Análisis de Varianza –ANDEVA– para cada característica sensorial (olor, color, sabor y textura) para determinar si existía diferencia entre las formulaciones. Al final se hizo un ANDEVA integral para unificar todas las características de un solo análisis. El ANDEVA se realizó mediante el método de Fisher. (Ver Anexo 1).

Las formulas utilizadas en el ANDEVA son:

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	$\frac{\sum(\sum \text{trat})^2}{\# \text{bloques}} - FC$	# trat-1	$\frac{Sc \text{ trat}}{G2 \text{ trat}}$	$\frac{cu \text{ trat}}{cu \text{ error}}$	Tabla
Bloque	$\frac{\sum(\sum \text{bloque})^2}{\# \text{trat}} - FC$	#blo-1	$\frac{Sc \text{ bloque}}{G2 \text{ bloque}}$	$\frac{cu \text{ bloque}}{cu \text{ error}}$	Tabla
Error	Sctotal–Sctrat–Scbloque	GLtrat*Glbloques	$\frac{Sc \text{ error}}{G2 \text{ error}}$		
Total	$\sum(\text{dato})^2 - FC$	n-1			

$$FC = \frac{\sum \text{total}^2}{n}$$

9. Marco operativo

9.1 Proceso para la elaboración de la harina de amaranto (ver *Apéndice 2*).

Selección: en la selección de materia prima se eliminaron materias extrañas y semillas en mal estado que estaban presentes y que pudieron afectar el proceso.

Pesado: con la ayuda de una balanza analítica se pesó la cantidad de semillas de Amaranto a utilizar para la elaboración de la harina.

Lavado: con agua purificada se lavaron las semillas para remover material extraño que pudiera tener la semilla.

Cocción: las semillas se cosieron con agua a una temperatura de 120°C por 20 minutos, tiempo en el cual se obtuvo la consistencia deseada.

Secado: las semillas previamente cocidas se secaron a una temperatura de 65°C durante 6 horas.

Molienda: las semillas secas se molieron hasta conseguir la textura deseada.

Tamizado: la harina obtenida se sometió a un tamizado para uniformizar la mezcla.

Envasado: se procedió a envasar la harina en una bolsa Ziploc.

9.2 Proceso para la elaboración de la harina de sorgo (ver *Apéndice 3*).

Selección: en la selección de materia prima se eliminaron materias extrañas y semillas en mal estado que estaban presentes y que pudieron afectar el proceso.

Pesado: con la ayuda de una balanza analítica se pesó la cantidad de semillas de Sorgo utilizadas en la elaboración de la harina.

Lavado: con agua purificada se lavaron las semillas para remover material extraño que pudiera tener la semilla.

Cocción: las semillas se cocieron con agua a una temperatura de 120°C por 45 minutos, tiempo en el que se obtuvo la consistencia deseada.

Secado: las semillas previamente cocidas se secaron a una temperatura de 65°C durante 5 horas.

Molienda: las semillas secas se molieron hasta conseguir la textura deseada.

Tamizado: la harina obtenida se sometió a un tamizado para uniformizar la mezcla.

Envasado: se procedió a envasar la harina en una bolsa Ziploc.

9.3 Proceso para la elaboración de harina de malanga (ver Apéndice 4).

Selección: se eliminó materias extrañas que estaban presentes en los tubérculos de la malanga.

Lavado: los tubérculos de malanga se lavaron con abundante agua purificada.

Pelado: se procedió a pelar los tubérculos de malanga con la ayuda de un cuchillo y una tabla.

Pesado: con la ayuda de una balanza analítica se pesó la cantidad de tubérculos de malanga utilizados para la elaboración de la harina.

Reducción de tamaño: con malanga debidamente pelada se procedió a cortarlo en rodajas con la ayuda de un cuchillo y una tabla.

Cocción: las rodajas de tubérculos de malanga se cosieron con agua a una temperatura de 120°C por 25 minutos, tiempo en el que se obtuvo la consistencia deseada.

Secado: las rodajas de tubérculos previamente cocidos se secaron a una temperatura de 65°C durante 7 horas.

Molienda: las rodajas de tubérculos secos se molieron hasta conseguir la textura deseada.

Tamizado: la harina obtenida se sometió a un tamizado para uniformizar la mezcla.

Envasado: se procedió a envasar la harina en una bolsa Ziploc.

9.4 Proceso para la elaboración de un alimento instantáneo (ver Apéndice 5).

Recepción: se procedió a la recepción del suero de leche en polvo, harina de amaranto, harina de sorgo y harina de malanga.

Mezclado: el suero de leche en polvo, harina de amaranto, harina de sorgo y harina de malanga se mezclaron con agua para uniformizar la mezcla, las proporciones a mezclar fueron conforme a la formulación.

Deshidratado: la mezcla se deshidrató a una temperatura de 65°C durante 30 minutos.

Pulverizado: con la ayuda de un pulverizador se procesó la mezcla totalmente seca hasta obtener la consistencia deseada.

Tamizado: la mezcla debidamente pulverizada se tamizó para obtener uniformidad en la mezcla.

Envasado: la mezcla se envasó en bolsas Ziploc.

Almacenado: las bolsas Ziploc conteniendo las mezclas se almacenaron en un lugar fresco y seco.

Tabla 8. Fórmulas utilizadas en la elaboración del suplemento alimenticio.

Materia prima	Formula 1 (%)	Formula 2 (%)	Formula 3 (%)
Suero leche en polvo	90	85	80
Amaranto	5	7	10
Sorgo	3	5	6
Malanga	2	3	4
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia (2019).

9.5 Proceso para la elaboración de la bebida a partir del suplemento alimenticio instantáneo (ver Apéndice 6).

Con cada una de las tres formulaciones, se mezcló 100 gramos de suplemento alimenticio con 400 mililitros de agua.

9.6 Metodología para el análisis sensorial

9.6.1 Panel piloto

Para realizar este panel se utilizó el laboratorio de Evaluación sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos ubicado en la planta piloto del CUNSUROC. Se tuvo la participación de 16 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que tenían aprobado el curso de Evaluación Sensorial.

Se les proporcionó los implementos necesarios siendo estos: lapicero, bata, muestras identificadas, vaso con agua y la boleta específica para este panel (*ver apéndice 1*), haciéndose uso de la Escala Hedónica en una puntuación de uno a siete, evaluaron cuatro características de la bebida: sabor, olor, color y textura.

9.6.2 Metodología para el envío de muestras al laboratorio

Las tres formulaciones se envasaron en bolsas Ziploc, y fueron enviados al Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se le realizó el análisis proximal a cada una de las formulaciones.

10. Resultados y Discusión

10.1 Resultados de la elaboración del alimento instantáneo

Como se mencionó en el apartado 9.4 sobre el proceso para la elaboración de un alimento instantáneo, al obtener las harinas de amaranto, sorgo y malanga, así como el suero de leche en polvo, se procedió a elaborar las 3 formulaciones, agregando los porcentajes de materia prima de acuerdo a cada formulación, se mezcló con agua, se deshidrató, pulverizo y tamizó hasta obtener un pulverizado uniforme, cada formulación se envaso en bolsas Ziploc cada una identificada con el número de fórmula y código correspondiente para realizar posteriormente el análisis sensorial y proximal.

Las tres formulas utilizadas en la realización del suplemento fueron las siguientes:

Tabla 9. *Fórmulas utilizadas en la realización del suplemento alimenticio.*

Materia prima	Fórmula 1, código 717 (%)	Fórmula 2, código 499 (%)	Fórmula 3, código 603 (%)
Suero leche en polvo	90	85	80
Amaranto	5	7	10
Sorgo	3	5	6
Malanga	2	3	4
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia (2019).

En las tres formulaciones se utilizó un mayor porcentaje de suero de leche en polvo ya que el suplemento alimenticio a elaborar fue a base de suero de leche en polvo, se utilizó en forma decreciente el amaranto, sorgo y malanga, al amaranto por el contenido proteico que ofrece esta semilla, el sorgo por las proteínas, carbohidratos y contenido de vitaminas y minerales, la malanga se utilizó en bajo contenido por poseer alta cantidad de carbohidratos, vitaminas y minerales, la malanga le dio un aspecto lechoso a cada una de las formulaciones, mejorando la consistencia del suplemento alimenticio.

10.2 Resultados de la elaboración de la bebida a partir del suplemento alimenticio

Previo a la realización del panel sensorial se preparó la bebida proteica para ser evaluada por los panelistas de laboratorio, para realizar la bebida del suplemento alimenticio de las tres formulaciones, se agrego la cantidad de 100 gramos de formula en 400 mililitros de agua, para cada una de las tres formulaciones, en dichas medidas de suplemento-agua se observó buena consistencia de la mezcla con aspecto a bebida láctea lista para consumir.

10.3 Resultados obtenidos en el panel piloto de evaluación sensorial

Como se mencionó en el apartado 9.6 sobre la metodología para el análisis sensorial se evaluaron tres formulaciones codificadas de la siguiente manera:

Tabla 10. *Código de las formulaciones utilizadas.*

Fórmula	Código
Fórmula 1	717
Fórmula 2	499
Fórmula 3	603

Fuente: elaboración propia (2019).

En la evaluación sensorial realizada en el panel piloto se contó con la participación de dieciséis panelistas, estudiantes de la carrera de ingeniería en alimentos, los cuales evaluaron cuatro características organolépticas: color, olor, textura y sabor, se les proporcionaron los implementos necesarios siendo estos: lapicero, bata, muestras identificadas, vaso con agua y la boleta específica para este panel (ver apéndice 1), haciéndose uso de la Escala Hedónica en una puntuación de uno a siete.

Los resultados de las boletas fueron tabuladas por medio del diseño experimental con bloques al azar, para cada característica se obtuvo el valor de f calculada y el valor de f tabulada con el objeto de verificar si existía diferencia estadística significativa entre las muestras y características evaluadas.

A continuación se presenta en forma resumida una tabla con los resultados de cada característica evaluada.

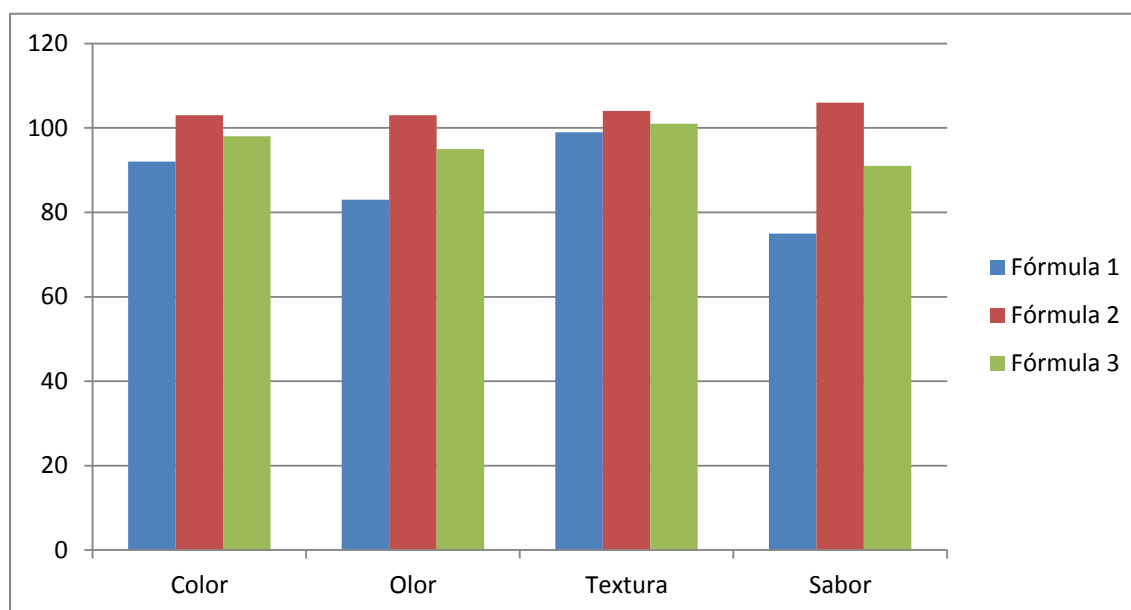
Tabla 11. Resultados de la evaluación sensorial.

Atributo (boque)	Muestra			Σ	Σ^2	Tratamiento		Bloque	
	717	499	603			f calculada	f tabulada	f calculada	f tabulada
Color	92	103	98	293	85849	2.75	3.32 NS	10.01	1.99 NS
Olor	83	103	95	281	78961	7.91	3.32 *	1.6	1.99 NS
Textura	99	104	101	304	92416	0.59	3.32 NS	1.9	1.99 NS
Sabor	75	106	91	272	73984	17.88	3.32 *	1.54	1.99 NS
Σ	349	416	385	1150	331210				
Σ^2	121801	173056	148225	443082					
Media A	21.8125	26	24.0625						

Fuente: elaboración propia (2019).

Al realizar el análisis estadístico del panel sensorial, este indicó que la muestra 499 es la mejor formulación organolépticamente hablando ya que presentó mayor ponderación en los atributos evaluados; color, olor, textura y sabor. (ver Apéndice 7)

Gráfica 1. Resultados obtenidos en el panel sensorial.



Fuente: elaboración propia (2019).

Como se puede observar en la gráfica, las tres formulaciones presentaron variación respecto a los atributos evaluados.

Color: las tres formulaciones tuvieron diferentes tonalidades de color ya que las harinas utilizadas presentaban diferente color y en cada formulación se utilizó diferente porcentaje de cada una de las materias primas.

Tabla 12. *Tonalidades de color presentadas en la materia prima utilizada.*

Materia Prima	Color
Suero de leche en polvo	Blanco
Harina de amaranto	Beige
Harina de sorgo	Cafés pálido
Harina de malanga	Rosa pálido

Fuente: elaboración propia (2019).

El suero de leche en polvo presenta color blanco como la leche instantánea, la harina de amaranto presente un color beige pálido parecido a la tonalidad de la semilla, el harina de sorgo presento un color cafés pálido con tonalidad amarillenta por la semilla ya que es parecida al maíz, la harina de malanga presentó un color rosa suave más blanca que rosa. Cabe resaltar que las harinas tuvieron un color blanco pero con tonalidades diferentes cada una como se describió anteriormente.

A la hora de realizar las tres formulaciones cada una presentó un color diferente:

Tabla 13. *Tonalidades de color presentadas en las tres formulaciones.*

Fórmula	Color
Fórmula 1	Beige claro
Fórmula 2	Beige medio
Fórmula 3	Beige

Fuente: elaboración propia (2019).

La fórmula 1 es la más clara debido al alto contenido de suero de leche en polvo, en la fórmula 2 se observo un incremento de color ya que la cantidad de harinas que se agregó fueron en mayor proporción que en la fórmula 1, de igual manera en la fórmula 3 que se agregó más contenido de harinas por ende el color fue incrementando por el color que cada harina presentó.

Olor: en cuanto al olor se pudo determinar que en la fórmula 1 se sentía mucho el olor a suero de leche, en la fórmula 2 disminuyó el olor a suero y se sentía el olor a dulce a cereales, en la fórmula 3 se sentía el olor a malanga, según lo expresado por los panelistas.

Textura: en cuanto a la textura de la bebida no hubo diferencia significativa ya que las tres formulaciones tuvieron ese aspecto lechoso de una bebida láctea, pero por preferencia la mayoría de panelistas le dieron mayor ponderación a la fórmula 2.

Sabor: en cuanto al sabor, la fórmula 2 obtuvo mayor ponderación ya que el sabor del suero y las harinas era neutro, en la fórmula 1 resaltaron que tenía mucho sabor a suero por ende le dieron baja puntuación ya que a la mayoría no le gusta el sabor del suero, en la fórmula 3 resaltaron que se sentía un sabor parecido al maíz y a malanga.

10.4 Resultados obtenidos en el análisis químico proximal

Luego de realizar el panel piloto en el laboratorio de Evaluación Sensorial de la planta piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC, se procedió a enviar las tres formulaciones debidamente codificadas cada una en una bolsa Ziploc, al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala para realizarles el análisis proximal.

Según el laboratorio antes mencionado se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 14. Resultados obtenidos en el análisis químico proximal.

Muestras	Fórmula 1, código 717		Fórmula 2, código 499		Fórmula 3, código 603	
Componente	Base seca	Base como Alimento	Base seca	Base como Alimento	Base seca	Base como Alimento
Agua %	8.47	----	10.52	----	9.36	----
Materia Seca Total (M.S.T.) %	91.53	----	89.48	----	90.64	----
Extracto Etéreo (E.E.) %	0.79	0.72	5.95	5.32	7.02	6.36
Fibra cruda (F.C.) %	0.55	0.51	1.24	1.11	2.08	1.89
Proteína %	12.84	11.76	14.39	12.88	13.98	12.67
Cenizas %	9.27	8.48	9.56	8.56	8.96	8.12
Extracto libre de nitrógeno (E.I.N.) %	76.54	----	68.85	----	67.96	----

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, 2019

El análisis químico proximal juega un papel importante ya que con dicho análisis podemos conocer los componentes y determinar la calidad del producto, en este análisis se determinaron siete componentes los cuales son de suma importancia en la industria de alimentos; la humedad es importante para conocer la proporción en que se encuentran los nutrientes, además sirve para determinar las condiciones de almacenamiento del producto, la materia seca es la resta del material en su estado natural y después de secado, dicho resultado es la materia seca o extracto seco en los alimentos, el extracto éter o grasa consisten en diversas sustancias lípidas, se puede considerar como compuesto de lípidos libres, la fibra cruda representa la cantidad no digerible de los alimentos, este componente es de interés ya que mientras mayor sea su concentración en un producto menor será su valor alimenticio, el contenido total de las proteínas está conformado por una mezcla compleja de proteínas, biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, esenciales para el crecimiento, síntesis y mantenimiento de diversos tejidos, las cenizas están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado, este análisis es de suma importancia en la industria de harinas ya que con este análisis de cenizas se puede determinar la calidad de la misma ya que entre más refinada sea la harina mejor cantidad de cenizas presenta.

Los resultados obtenidos en el laboratorio sobre las tres muestras evaluadas indican que la fórmula 1, código 717 posee proteína como base seca 12.84% y como alimento posee 11.76% (ver Anexo 2), la fórmula 2, código 499 posee proteína como base seca 14.39% y como alimento posee 12.88% (ver Anexo 3), la fórmula 3, código 603 posee proteína como base seca 13.98% y como alimento 12.67% (ver Anexo 4), las tres formulaciones son altamente proteicas pero que la fórmula 2, código 499 presenta mayor cantidad de proteína como base seca y como alimento.

Al realizar la comparación de los resultados de análisis sensorial y de laboratorio se puede decir que ambos resultados enfocan a la fórmula 2, código 499 como la mejor fórmula para ser presentada como suplemento alimenticio proteico.

11. Conclusiones

11.1 Se afirma la hipótesis, ya que una de las formulaciones propuestas a partir de suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*", fue considerada un suplemento alimenticio proteico, por los resultados que reportó el análisis proximal de proteína.

11.2 Al evaluar por medio del análisis sensorial, la aceptación de las tres formulaciones del suplemento alimenticio instantáneo a partir del suero de leche en polvo, amaranto "*Amaranthus sp*", sorgo "*Sorghum vulgare*" y malanga "*Colocasia esculenta*", se determinó que la formula que tiene más aceptación sensorial es la fórmula 2, código 499, que contenía un 85% de suero de leche en polvo, 7% de amaranto, 5% de sorgo y 3% de malanga.

11.3 Se analizó por medio del análisis proximal, el contenido proteico de las tres formulaciones del suplemento alimenticio a partir de suero de leche en polvo, los resultados dan a conocer que las tres formulaciones pueden considerarse como una bebida proteica por el contenido de proteína que cada una de las formulaciones contiene, la formulación que más contenido de proteína posee es la fórmula 2, código 499 la cual contiene proteína como base seca 14.39% y como alimento posee un 12.88%.

11.4 Se determinó a través del análisis proximal de proteína, la formulación que cumplió con los requerimientos necesarios para ser considerado un suplemento alimenticio proteico, siendo este la fórmula 2, código 499.

12. Recomendaciones

12.1 Considerar la fórmula 2, código 499 como suplemento alimenticio proteico para consumo humano.

12.2 Determinar la dosis de este suplemento alimenticio proteico para cada etapa de vida.

12.3 Analizar los costos de producción de la fórmula que se consideró ser la más idónea para ser considerada suplemento alimenticio proteico ya que solamente se determinó un costo estimado de laboratorio el cual fue de Q30.00 la libra de suplemento alimenticio.

12.4 Mejorar la fórmula 2, código 499 agregando saborizantes y edulcorantes ya que en esta prueba piloto no se le agregó.

12.5 Realizar otras investigaciones para hacer bebidas instantáneas con materiales nativos como el maíz, camote, yuca, etc., con suero de leche.

13. Referencias

- 13.1 Alfaro, N. (2012). *Tabla nutricional del amaranto*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de [http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaA Alimentos.pdf](http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaA%20Alimentos.pdf)
- 13.2 Alfaro, N. (2012). *Tabla nutricional de la malanga*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de [http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaM Alimentos.pdf](http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaM%20Alimentos.pdf)
- 13.3 Alfaro, N. (2012). *Tabla nutricional del sorgo*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de [http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaC Alimentos.pdf](http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaC%20Alimentos.pdf)
- 13.4 *Amaranto*. (1997). Recuperado el 19 de Agosto de 2019, de <http://www.amaranto.cl/informacion-nutricional.html>
- 13.5 Beltsville, M. (12 de Febrero de 2018). *Sorgo*. Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/genus.pl?11304>
- 13.6 *Beneficios de Amaranto*. (Octubre de 2011). Recuperado el 12 de Abril de 2019, de <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-sobre-el-amaranto-propiedades-beneficios-y-su-uso-en-la-cocina>
- 13.7 *Beneficios del Sorgo*. (Enero de 2014). Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <https://www.vitonica.com/alimenmtos/todo-sobre-plantas.com>
- 13.8 Cornejo, M. (2009). *El Amaranto*. Recuperado el 29 de Abril de 2019, de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/576/digital_18049.pdf?sequence=1
- 13.9 Council, N. (2019). *Suero de leche en polvo*. Recuperado el 2019, de <https://www.google.com/search?q=dispalsa.tablanutricionalsuerodelecheenpolvo>
- 13.10 Duarte, L. (27 de Marzo de 2017). *El Amaranto*. Obtenido de https://www.academia.edu/20338673/Historia_y_Domesticacion_del_Amaranto

- 13.11 *El sorgo*. (2017). Recuperado el 30 de abril de 2019, de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/SORGO-4>
- 13.12 Enzo, M. (Agosto de 2014). *Beneficios de la Malanga*. Recuperado el agosto de 2017, de <https://actitudsaludable.net/malanga-que-es-como-tomar-la-beneficios>
- 13.13 Form, D. (febrero de 2011). *Aporte nutricional del Sorgo*. Recuperado el Agosto de 2017, de <https://votpmoca-cp./alimentos-fuuncionales/el-sorgo-cereal-salud>
- 13.14 García, F. (2008). *Suplemento Alimenticio*. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/03/Garcia-Fredy.pdf>
- 13.15 Guárquez, A. (20 de abril de 2015). *El Amaranto*. Recuperado el 29 de abril de 2019, de <https://cerigua.org/article/el-amaranto-o-bledo-una-planta-milenaria-que-se-ac/>
- 13.16 Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Obtenido de <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- 13.17 Isrow, M. (septiembre de 2013). *Propiedades nutricionales de la malanga*. Recuperado el agosto de 2017, de <https://www.natursan.net/malanga-bemefocops-propiedades-increibles>
- 13.18 *La malanga*. (9 de febrero de 2011). Recuperado el 19 de Agosto de 2019, de <http://mundoalimentos2010.blogspot.com/2011/02/la-malanga.html?m=1>
- 13.19 Lira, A. (2012). *Suplementos*. Recuperado el 30 de Abril de 2019, de https://www.academia.edu/32728728/Suplementos_y_ayudas_ergog%C3%A9nicas_Grupo_A_seg
- 13.20 Maryland, B. (12 de febrero de 2008). *Contenido de fibra de la malanga*. Recuperado el agosto de 2017, de <http://es.wiki/sorghumUSDA.COM>
- 13.21 Mendoza, A. (Enero de 2006). *Proceso de harina*. Recuperado el 28 de Agosto de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000100010

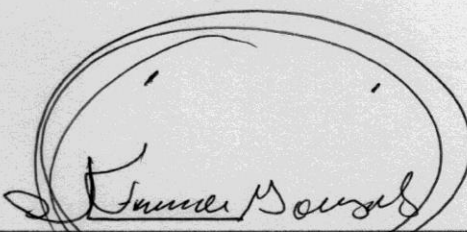
- 13.22 Naranjo, R. (2012). *Clasificación de suplementos alimenticios*. Recuperado el 30 de abril de 2019, de <https://docplayer.es/36280411-Bioquimico-farmaceutico.html>
- 13.23 *Principales países productores de Sorgo*. (2017). Recuperado el 15 de Abril de 2019, de <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>
- 13.24 *Propiedades del Sorgo*. (2 de Mayo de 2018). Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <https://okdiario.com/salud/descubre-que-sorgo-sus-beneficios-salud-2212024>
- 13.25 Sánchez, G. (11 de Febrero de 2019). *Suplementos alimenticios*. Recuperado el 30 de abril de 2019, de [https://www.fda.gov/news-events/press-announcements /la-fda-actua-contra-17-companias-por-vender-ilegalmente-productos-que-afirman-tratar-la-enfermedad](https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/la-fda-actua-contra-17-companias-por-vender-ilegalmente-productos-que-afirman-tratar-la-enfermedad)
- 13.26 Serret, J. (1995). *Distribución F de Fisher (2 colas)*. Recuperado el 8 de octubre del 2019 <https://estdg.blogs.upv.es>.
- 13.27 *Suero de leche en polvo*. (2019). Recuperado el 30 de abril de 2019, de <http://www.todoalimentos.org/leche-suero-de-leche-en-polvo/>
- 13.28 *Suero de leche en polvo*. (28 de Marzo de 2019). Obtenido de https://muyfitness.com/polvo-suero-leche-sobre_30076/
- 13.29 *Suplementos Alimenticios*. (2017). Recuperado el 30 de abril de 2019, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CXS_192_2015s.pdf
- 13.30 Taracena, E. (Octubre de 2004). *Zonas de producción de malanga en Guatemala*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2086.pdf
- 13.31 Torín, A. (2018). *Análisis químico proximal*. Recuperado el 07 de Agosto de 2019, de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>

13.32 Ullóa, G. (2013). *Valor nutricional de la Malanga*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4711/1/TESIS.pdf>

13.33 Vico, R. (26 de Junio de 2017). *Consumo de proteína*. Recuperado el 12 de Abril de 2019, de https://as.com/deporteyvida/2017/06/26/portada/1498473439_004023.html

13.34 Yota, M. (5 de Febrero de 2016). *Proceso de harinas*. Recuperado el 28 de Agosto de 2019, de <http://semillerosipaputumayo.blogspot.com/2016/02/caracterizacion-de-la-planta-yota.html>

Vo.Bo.



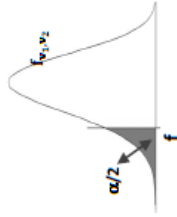
Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González

Bibliotecaria -CUNSUROC-



14. Anexos

Anexo 1. Tabla de distribución de F de Fisher (2 colas).



Distribución F de Fisher (2 colas)

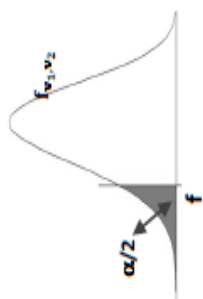


Contiene los valores de f tales que $\alpha = P(F_{v_1, v_2} \leq f)$, donde v_1 y v_2 son los Grados de Libertad

		Grados de Libertad del numerador (v ₁)																		Grados de Libertad del denominador (v ₂)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		40		60		100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
$\alpha/2$		0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.9

Fuente: Serret (1995).

Distribución F de Fisher (2 colas)



$\alpha/2$		Grados de Libertad del numerador (v_1)										Grados de Libertad del denominador (v_2)									
		10		12		16		20		30		50		100		∞					
		0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01				
1	241.88	6055.85	243.91	6106.32	246.46	6170.1	248.01	6208.73	250.1	6260.65	251.77	6302.52	253.04	6334.11	254.31	6365.86					
2	19.4	99.4	19.41	99.42	19.43	99.44	19.45	99.45	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.49	99.5					
3	8.79	27.23	8.74	27.05	8.69	26.83	8.66	26.69	8.62	26.5	8.58	26.35	8.55	26.24	8.53	26.13					
4	5.96	14.55	5.91	14.37	5.84	14.15	5.8	14.02	5.75	13.84	5.7	13.69	5.66	13.58	5.63	13.46					
5	4.74	10.05	4.68	9.89	4.6	9.68	4.56	9.55	4.5	9.38	4.44	9.24	4.41	9.13	4.36	9.02					
6	4.06	7.87	4	7.72	3.92	7.52	3.87	7.4	3.81	7.23	3.75	7.09	3.71	6.99	3.67	6.88					
7	3.64	6.62	3.57	6.47	3.49	6.28	3.44	6.16	3.38	5.99	3.32	5.86	3.27	5.75	3.23	5.65					
8	3.35	5.81	3.28	5.67	3.2	5.48	3.15	5.36	3.08	5.2	3.02	5.07	2.97	4.96	2.93	4.86					
9	3.14	5.26	3.07	5.11	2.99	4.92	2.94	4.81	2.86	4.65	2.8	4.52	2.76	4.41	2.71	4.31					
10	2.98	4.85	2.91	4.71	2.83	4.52	2.77	4.41	2.7	4.25	2.64	4.12	2.59	4.01	2.54	3.91					
11	2.85	4.54	2.79	4.4	2.7	4.21	2.65	4.1	2.57	3.94	2.51	3.81	2.46	3.71	2.4	3.6					
12	2.75	4.3	2.69	4.16	2.6	3.97	2.54	3.86	2.47	3.7	2.4	3.57	2.35	3.47	2.3	3.36					
13	2.67	4.1	2.6	3.96	2.51	3.78	2.46	3.66	2.38	3.51	2.31	3.38	2.26	3.27	2.21	3.17					
14	2.6	3.94	2.53	3.8	2.44	3.62	2.39	3.51	2.31	3.35	2.24	3.22	2.19	3.11	2.13	3					
15	2.54	3.8	2.48	3.67	2.38	3.49	2.33	3.37	2.25	3.21	2.18	3.08	2.12	2.98	2.07	2.87					
16	2.49	3.69	2.42	3.55	2.33	3.37	2.28	3.26	2.19	3.1	2.12	2.97	2.07	2.86	2.01	2.75					
17	2.45	3.59	2.38	3.46	2.29	3.27	2.23	3.16	2.15	3	2.08	2.87	2.02	2.76	1.96	2.65					
18	2.41	3.51	2.34	3.37	2.25	3.19	2.19	3.08	2.11	2.92	2.04	2.78	1.98	2.68	1.92	2.57					
19	2.38	3.43	2.31	3.3	2.21	3.12	2.16	3	2.07	2.84	2	2.71	1.94	2.6	1.88	2.49					
20	2.35	3.37	2.28	3.23	2.18	3.05	2.12	2.94	2.04	2.78	1.97	2.64	1.91	2.54	1.84	2.42					
21	2.32	3.31	2.25	3.17	2.16	2.99	2.1	2.88	2.01	2.72	1.94	2.58	1.88	2.48	1.81	2.36					
22	2.3	3.26	2.23	3.12	2.13	2.94	2.07	2.83	1.98	2.67	1.91	2.53	1.85	2.42	1.78	2.31					
23	2.27	3.21	2.2	3.07	2.11	2.89	2.05	2.78	1.96	2.62	1.88	2.48	1.82	2.37	1.76	2.26					
24	2.25	3.17	2.18	3.03	2.09	2.85	2.03	2.74	1.94	2.58	1.86	2.44	1.8	2.33	1.73	2.21					
25	2.24	3.13	2.16	2.99	2.07	2.81	2.01	2.7	1.92	2.54	1.84	2.4	1.78	2.29	1.71	2.17					
26	2.22	3.09	2.15	2.96	2.05	2.78	1.99	2.66	1.9	2.5	1.82	2.36	1.76	2.25	1.69	2.13					
27	2.2	3.06	2.13	2.93	2.04	2.75	1.97	2.63	1.88	2.47	1.81	2.33	1.73	2.22	1.67	2.1					
28	2.19	3.03	2.12	2.9	2.02	2.72	1.96	2.6	1.87	2.44	1.79	2.3	1.73	2.19	1.65	2.06					
29	2.18	3	2.1	2.87	2.01	2.69	1.94	2.57	1.85	2.41	1.77	2.27	1.71	2.16	1.64	2.03					
30	2.16	2.98	2.09	2.84	1.99	2.66	1.93	2.55	1.84	2.39	1.76	2.25	1.7	2.13	1.62	2.01					
50	2.03	2.7	1.95	2.56	1.85	2.38	1.78	2.27	1.69	2.1	1.6	1.95	1.52	1.82	1.44	1.68					
60	1.99	2.63	1.92	2.5	1.82	2.31	1.75	2.2	1.65	2.03	1.56	1.88	1.48	1.75	1.39	1.6					
80	1.95	2.55	1.88	2.42	1.77	2.23	1.7	2.12	1.6	1.94	1.51	1.79	1.43	1.65	1.32	1.49					
100	1.93	2.5	1.85	2.37	1.75	2.19	1.68	2.07	1.57	1.89	1.48	1.74	1.39	1.6	1.28	1.43					
α	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99					

Fuente: Serret (1995).

Anexo 2. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 1, código 717.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **DULCE MARIA ISABEL UMAÑA** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA** No. **355**
Fecha de recepción de la muestra: **02-09-2019** Fecha de realización: **DEL 02 AL 12-09-2019**

Reg.	Descripción de la muestra	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	T.N.D. %	E.D. kcal/Kg
473	FORMULA 1 COD. 717	8.47	91.53	0.78	0.55	12.84	9.27	76.54									
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Anexo 3. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 2, código 499.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **DULCE MARIA ISABEL UMAÑA,** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA,** No. **356**
Fecha de recepción de la muestra: **06-09-2019,** Fecha de realización: **DEL 02 AL 12-09-2019,**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.I.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
474	FORMULA 2 COD. 499	SECA	10.52	89.48	5.95	1.24	14.39	9.56	68.85	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	5.32	1.11	12.88	8.56	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Anexo 4. Resultados de análisis químico proximal de la fórmula 3, código 603.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119
E-mail: bromato2000@yahoo.es

No. 357

Ciudad, GUATEMALA.

Dirección

Solicitado por: DULCE MARIA ISABEL UMAÑA.

DEL 02 AL 12-09-2019.

Fecha de realización:

06-09-2019.

Fecha de recibida la muestra:

Rég.	Descripción de la muestra	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dió. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
475	FORMULA 3 COD. 603	9.36	90.64	7.02	2.08	13.98	8.96	67.96									
	SECA																
	COMO ALIMENTO						8.12										
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																
	SECA																
	COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



T. L. José A. Morales S.
Laboratorista



15. Apéndice



Apéndice 1. Boleta para Evaluación Sensorial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE INGENIERIA EN ALIMENTOS

SEMINARIO I

Boleta para evaluación sensorial para panelistas de laboratorio de bebida proteica elaborada a partir del suplemento alimenticio de suero de leche en polvo.

Nombre: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Instrucciones: A continuación, se le presentan tres muestras de una bebida con suero de leche en polvo, sírvase degustarlas y evaluarlas con respecto a color, olor, sabor y textura, marque con una X la que más le guste.

	Código 717	Código 499	Código 603
COLOR			
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No me gusta ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

	Código 717	Código 499	Código 603
OLOR			
Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No me gusta ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

Código
717

Código
499

Código
603

TEXTURA

Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No me gusta ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

Código
717

Código
499

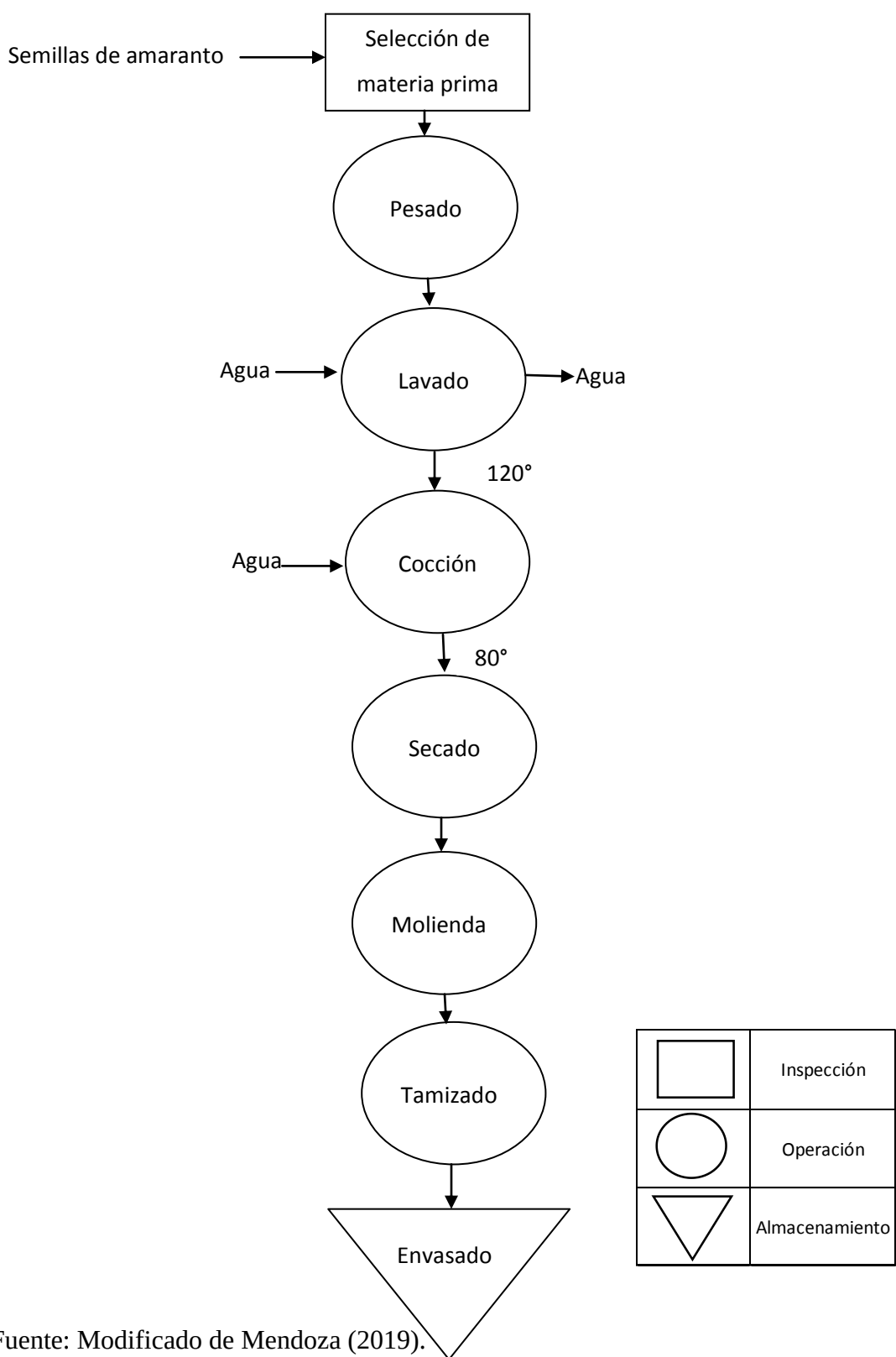
Código
603

SABOR

Gusta mucho			
Gusta moderadamente			
Gusta ligeramente			
No me gusta ni disgusta			
Disgusta ligeramente			
Disgusta moderadamente			
Disgusta mucho			

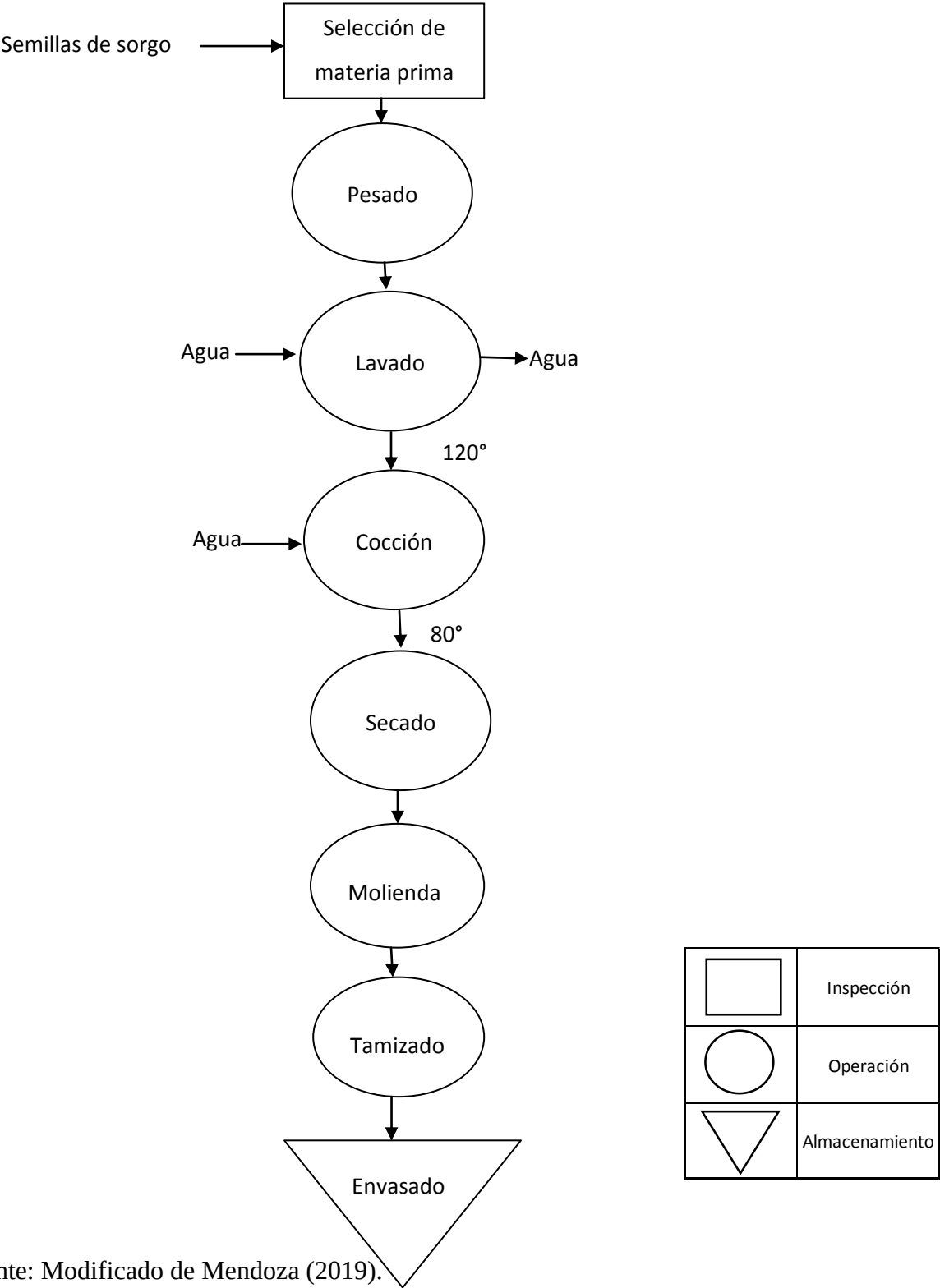
OBSERVACIONES:_____

Apéndice 2. Proceso para la elaboración de harina de amaranto.



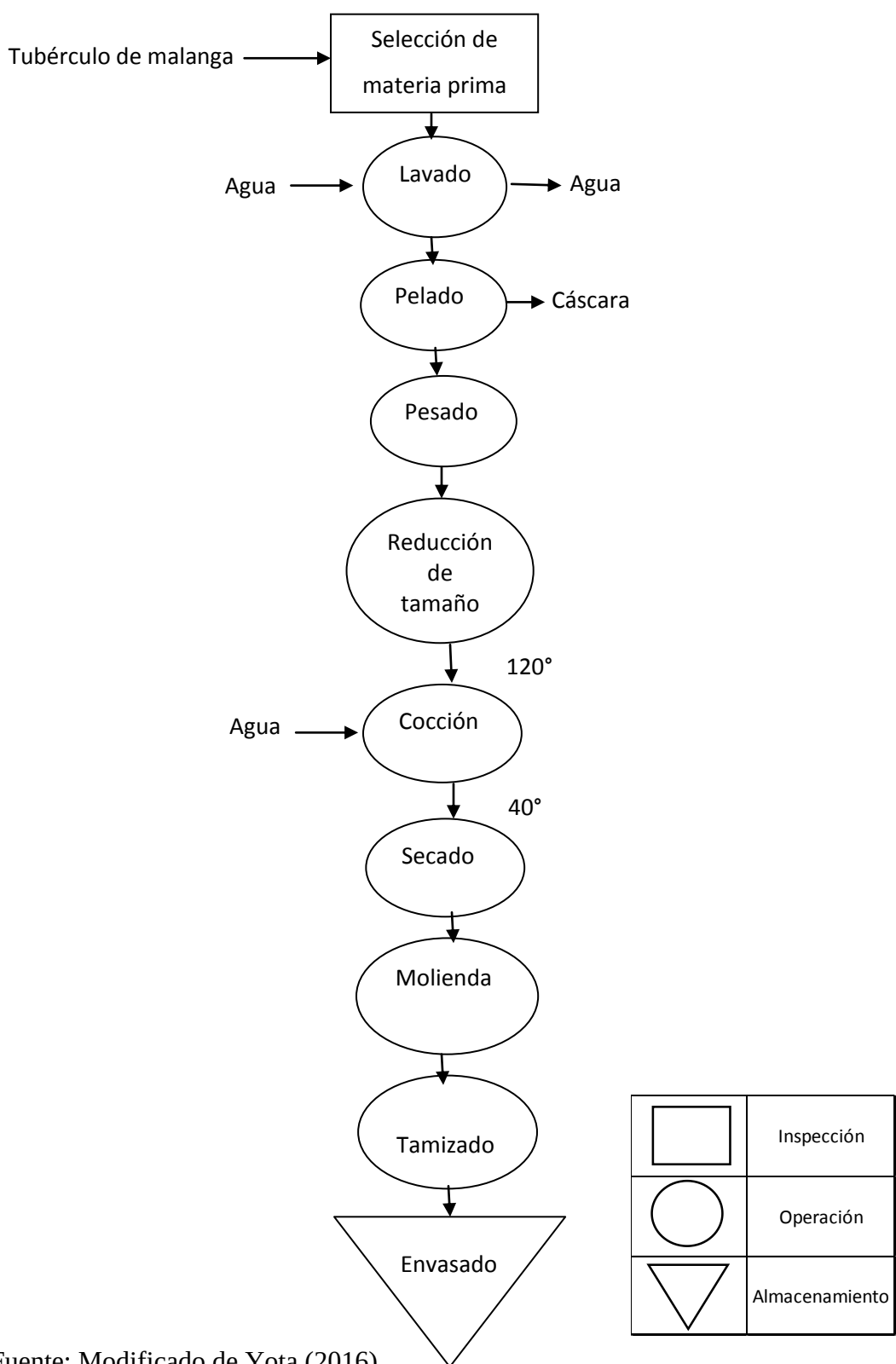
Fuente: Modificado de Mendoza (2019).

Apéndice 3. Proceso para la elaboración de harina de sorgo.



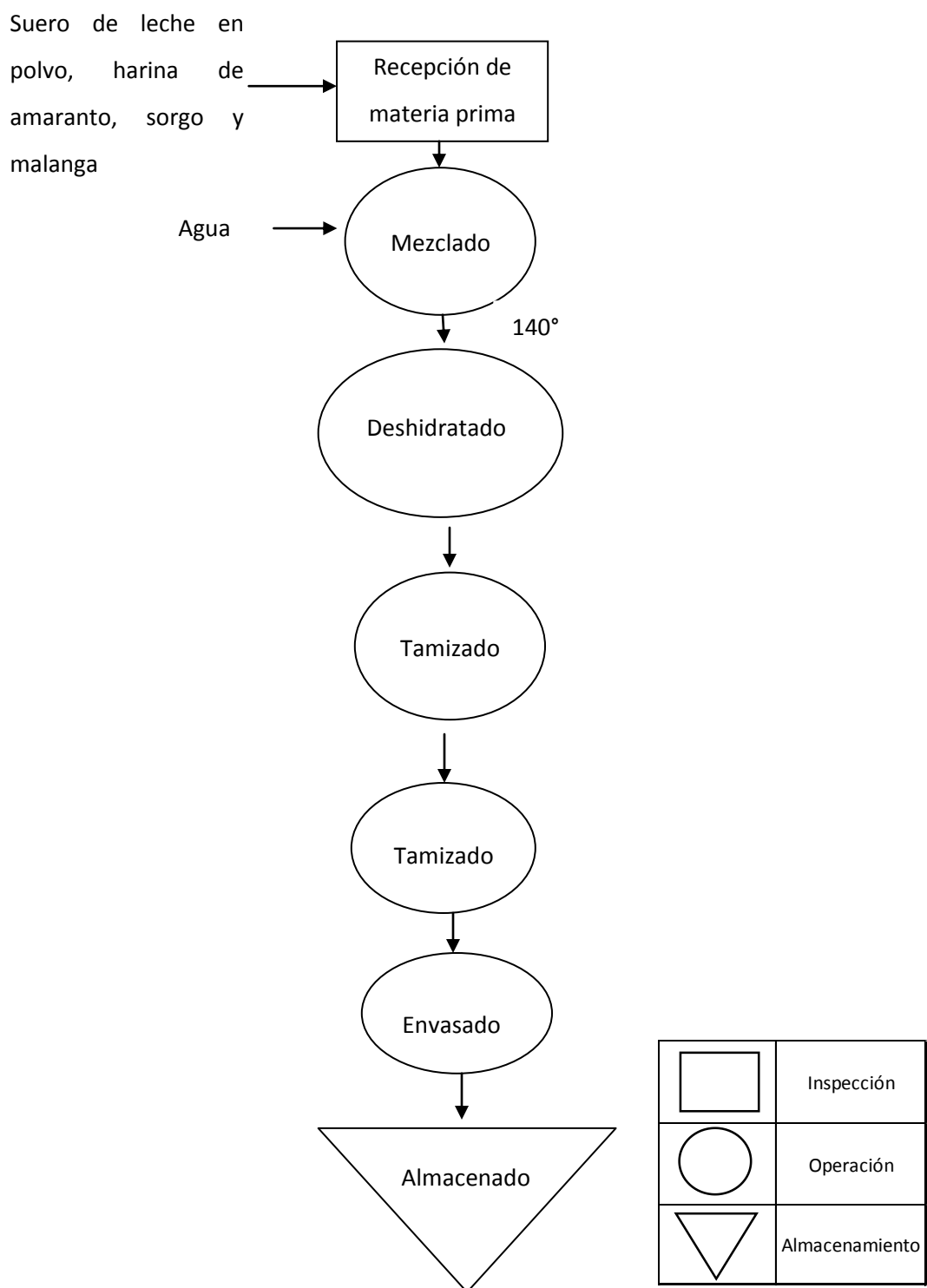
Fuente: Modificado de Mendoza (2019).

Apéndice 4. Proceso para la elaboración de harina de malanga.



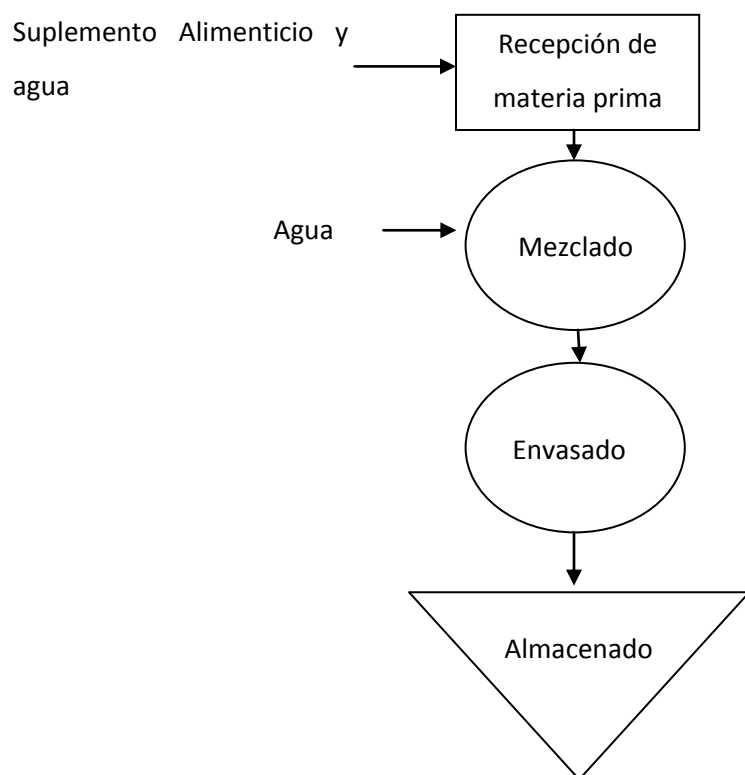
Fuente: Modificado de Yota (2016).

Apéndice 5. Metodología para la elaboración de un alimento instantáneo.



Fuente: Modificado de Mendoza (2019).

Apéndice 6. Metodología para la elaboración de la bebida del suplemento alimenticio.



Fuente: Modificado de Mendoza (2019).

	Inspección
	Operación
	Almacenamiento

Apéndice 7. Tabulación de datos de panel piloto por medio del diseño experimental con bloques al azar.

Resultados de la característica organoléptica color

Bloques	Tratamientos				
Panelistas	Muestras				
	717	499	603	Σ	Σ^2
1	5	7	6	18	324
2	5	7	6	18	324
3	6	5	7	18	324
4	6	7	5	18	324
5	7	5	6	18	324
6	6	5	6	17	289
7	4	6	7	17	289
8	5	7	6	18	324
9	6	7	6	19	361
10	4	6	5	15	225
11	7	7	7	21	441
12	6	7	5	18	324
13	7	7	7	21	441
14	6	7	6	19	361
15	6	6	7	19	361
16	6	7	6	19	361
Σ	92	103	98	293	5397
Σ^2	8464	10609	9604	28677	
Media A	5.75	6.4375	6.125		

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{293^2}{48} = 1788.52$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{28677}{16} - FC = 1792.31 - 1788.52 = 3.79$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{5397}{3} - FC = 1799 - 1788.52 = 10.48$$

$$(\Sigma DATO)^2 - FC = 1823 - 1788.52 = 34.48$$

$$SC\ TOTAL - SC\ TRAT - SC\ BLOQUE = 34.48 - 3.79 - 10.48 = 20.21$$

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	3.79	2	1.90	2.75	3.32 NS
Bloque	10.48	15	0.70	1.01	1.99 NS
Error	20.21	30	0.69		
Total	34.48	47			

Conclusión: no existe diferencia estadística de acuerdo a la característica de color

Resultados de la característica organoléptica olor

Bloques	Tratamientos				
Panelistas	Muestras				
	717	499	603	Σ	Σ^2
1	5	7	6	18	324
2	5	7	6	18	324
3	6	5	7	18	324
4	5	7	6	18	324
5	3	5	6	14	196
6	5	7	6	18	324
7	4	4	7	15	225
8	5	7	6	18	324
9	6	7	6	19	361
10	4	6	5	15	225
11	6	7	6	19	361
12	7	7	6	20	400
13	7	7	6	20	400
14	6	6	6	18	324
15	6	7	6	19	361
16	3	7	4	14	196
Σ	83	103	95	281	4993
Σ^2	6889	10609	9025	26523	
Media A	5.1875	6.4375	5.9375		

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{281^2}{48} = 1645.02$$

$$\frac{\sum(\sum TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{26523}{16} - FC = 1657.68 - 1645.02 = 12.66$$

$$\frac{\sum(\sum BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{4993}{3} - FC = 1664.33 - 1645.02 = 19.31$$

$$(\sum DATO)^2 - FC = 1701 - 1645.02 = 55.98$$

$$SC\ TOTAL - SC\ TRAT - SC\ BLOQUE = 55.98 - 12.66 - 19.31 = 24.01$$

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	12.66	2	6.33	7.91	3.32 *
Bloque	19.31	15	1.28	1.60	1.99 NS
Error	24.01	30	0.80		
Total	55.98	47			

Conclusión: existe diferencia estadística en tratamiento según la característica de olor

Resultados de la característica organoléptica textura

Bloques	Tratamientos				
Panelistas	Muestras			Σ	Σ^2
	717	499	603		
1	6	7	6	19	361
2	7	7	6	20	400
3	5	6	7	18	324
4	7	7	5	19	361
5	6	5	5	16	256
6	7	6	7	20	400
7	4	4	7	15	225
8	5	7	6	18	324
9	6	6	7	19	361
10	7	7	7	21	441
11	7	7	7	21	441
12	7	7	7	21	441
13	5	7	4	16	256

14	7	7	7	21	441
15	7	7	7	21	441
16	6	7	6	19	361
Σ	99	104	101	304	5834
Σ²	9801	10816	10201	30818	
Media A	6.1875	6.5	6.3125		

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{304^2}{48} = 1925.33$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{30818}{16} - FC = 1926.12 - 1925.33 = 0.80$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{5834}{3} - FC = 1944.67 - 1925.33 = 19.34$$

$$(\Sigma DATO)^2 - FC = 1966 - 1925.33 = 40.67$$

$$SC TOTAL - SC TRAT - SC BLOQUE = 40.67 - 0.80 - 19.34 = 20.53$$

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	0.80	2	0.40	0.59	3.32 NS
Bloque	19.34	15	1.29	1.90	1.99 NS
Error	20.53	30	0.68		
Total	40.67	47			

Conclusión: no existe diferencia estadística según la característica de textura

Resultados de la característica organoléptica sabor

Bloques	Tratamientos				
Panelistas	Muestras				
	717	499	603	Σ	Σ²
1	6	7	6	19	361
2	4	6	6	16	256

3	5	7	6	18	324
4	3	7	6	16	256
5	5	7	6	18	324
6	5	7	6	18	324
7	4	4	7	15	225
8	5	7	6	18	324
9	6	6	7	19	361
10	4	6	5	15	225
11	6	7	6	19	361
12	6	7	6	19	361
13	5	7	4	16	256
14	4	7	5	16	256
15	5	7	6	18	324
16	2	7	3	12	144
Σ	75	106	91	272	4682
Σ²	5625	11236	8281	25142	
Media A	4.6875	6.625	5.6875		

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{272^2}{48} = 1541.33$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{25142}{16} - FC = 1571.37 - 1541.33 = 30.04$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{4682}{3} - FC = 1560.67 - 1541.33 = 19.34$$

$$(\Sigma DATO)^2 - FC = 1616 - 1541.33 = 74.67$$

$$SC TOTAL - SC TRAT - SC BLOQUE = 74.67 - 30.04 - 19.34 = 25.29$$

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	30.04	2	15.02	17.88	3.32 *
Bloque	19.34	15	1.29	1.54	1.99 NS
Error	25.29	30	0.84		
Total	74.67	47			

Conclusión: si existe diferencia estadística en tratamiento según característica de sabor

Atributo (boque)	Muestra			Σ	Σ^2
	717	499	603		
Color	92	103	98	293	85849
Olor	83	103	95	281	78961
Textura	99	104	101	304	92416
Sabor	75	106	91	272	73984
Σ	349	416	385	1150	331210
Σ^2	121801	173056	148225	443082	
Media A	21.8125	26	24.0625		

$$FC = \frac{\Sigma TOTAL^2}{n} = \frac{1150^2}{12} = 110208.33$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma TRAT)^2}{BLO} - FC = \frac{443082}{4} - FC = 110770.50 - 110208.33 = 562.17$$

$$\frac{\Sigma(\Sigma BLO)^2}{TRAT} - FC = \frac{331210}{3} - FC = 110403.33 - 110208.33 = 195$$

$$(\Sigma DATO)^2 - FC = 111160 - 110208.33 = 951.67$$

$$SC TOTAL - SC TRAT - SC BLOQUE = 951.67 - 562.17 - 195 = 194.50$$

Causas de Variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	562.17	2	281.09	8.67	5.14
Bloque	195	3	65	2	4.76
Error	194.50	6	32.42		
Total	951.67	11			

Conclusión: si existe diferencia estadística en tratamiento ya que f calculada es mayor que f tabulada.

Apéndice 8. Fotos de la elaboración de harina de Amaranto.



Apéndice 9. Fotos de la elaboración de harina de Sorgo.



Apéndice 10. Fotos de la elaboración de harina de Malanga.



Apéndice 11. Fotos de la elaboración de las tres formulaciones.



Apéndice 12. Fotos del panel piloto.



Apéndice 13. Foto de las muestras enviadas al laboratorio.



16. Glosario

13.1 19-norandrostenediol: es un precursor del esteroide anabólico-androgénico (AAS) nandrolona.

13.2 Acuoso: se refiere en un sentido literario a toda sustancia que sea predominantemente líquida, o que de forma irremediable se encuentre.

13.3 Aditivo: es aquella sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionalmente a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación.

13.4 Agrio: el sabor ácido (a menudo se identifica también con el sabor agrio) es uno de los cinco sabores básicos detectados por las papilas gustativas de la lengua.

13.5 Agua oxigenada: es una molécula que en química se conoce como peróxido de hidrógeno. Se trata de un líquido incoloro y transparente cuya composición son moléculas compuestas por dos átomos de hidrógeno y dos átomos de oxígeno (H₂O₂).

13.6 Aminoácido: es una molécula orgánica con un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxilo (-COOH).

13.7 Androstenediona: es una hormona esteroide de 19-carbonos producida en las glándulas suprarrenales y en las gónadas como un intermediario en el proceso bioquímico que produce al andrógeno testosterona y a los estrógenos estrona y estradiol.

13.8 Árida: que se caracteriza por ser muy seco, carente de humedad.

13.9 Astringente: permite calificar a aquello que provoca en la lengua una sensación que combina la amargura y la sequedad.

13.10 B-alamina: es un aminoácido natural cuyo grupo amino se encuentra unido al carbono beta en lugar de al carbono alfa como su isómero alfa.

13.11 Cafeína: es un alcaloide del grupo de las xantinas, sólido cristalino, blanco y de sabor amargo, que actúa como una droga psicoactiva, estimulante del sistema nervioso central, por su acción antagonista no selectiva de los receptores de adenosina.

13.12 Calcio: es un elemento químico, de símbolo Ca y de número atómico 20. Su masa atómica es 40,078 u. El calcio es un metal blando, grisáceo, y es el quinto más abundante en masa de la corteza terrestre.

13.13 Carnitina: es una amina cuaternaria sintetizada en el hígado, los riñones y el cerebro a partir de dos aminoácidos esenciales, la lisina y la metionina. En ocasiones se la ha confundido con el ácido fólico.

13.14 Caseína: es una fosfoproteína presente en la leche y en algunos de sus derivados.

13.15 Cristalizado: es un proceso químico por el cual, a partir de un gas, un líquido o una disolución, los iones, átomos o moléculas establecen enlaces hasta formar una red cristalina, la unidad básica de un cristal.

13.16 Cobre: metal de transición de color rojizo y brillo metálico que, junto con la plata y el oro, forma parte de la llamada familia del cobre, se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad (el segundo después de la plata).

13.17 Coenzima: son cofactores orgánicos no proteicos, termoestables, que unidos a una apoenzima constituyen la holoenzima o forma catalíticamente activa de la enzima.

13.18 Calostro: es un líquido secretado por las glándulas mamarias durante el embarazo y los primeros días después del parto, compuesto por inmunoglobulinas, agua, proteínas, grasas y carbohidratos en un líquido seroso y amarillo.

13.19 Complementar: añadir un complemento a una cosa para hacerla mejor, más completa, efectiva o perfecta.

13.20 Creatinina: es un compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina. Se trata de un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos que habitualmente produce el cuerpo en una tasa muy constante, y que normalmente filtran los riñones excretándola en la orina.

13.21 Deficiente: que no es lo suficientemente capaz o útil, especialmente por carecer de algo.

13.22 Dehidroepiandrosterona: es una hormona esteroide producida, sobre todo, en la corteza de las glándulas suprarrenales (la parte externa de las dos glándulas suprarrenales, que se encuentran sobre los riñones).

13.23 Desmineralizado: es el proceso opuesto de mineralización, un proceso para reducir el contenido de sustancias minerales en tejidos u organismos, como la desmineralización ósea, de los dientes.

13.24 Dislipemias: consiste en la presencia de altos niveles de lípidos (colesterol, triglicéridos o ambos) que son transportados por las lipoproteínas en la sangre.

13.25 Efedrina: es una amina simpaticomimética de origen vegetal, principio activo aislado originalmente del belcho o "uva de mar" Ephedradistachya, conocida en extremo oriente como Mahuang, hierba ampliamente utilizada en la medicina tradicional china.

13.26 Emulgente: es una sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar.

13.27 Estricnina: es un alcaloide de la nuez vómica y de otras especies del género Strychnos.

13.28 Evaporación: es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

13.29 Fermentación: es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y cuyo producto final es un compuesto orgánico.

13.30 Fibra: se puede definir como la parte comestible de las plantas que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso.

13.31 Fitoesteroles: son esteroides naturales de origen vegetal, presentes en pequeñas cantidades en algunos alimentos como el aceite de Luismonan. Se presenta en la forma de un polvo blanco con un suave olor característico, insoluble en agua y soluble en alcoholes.

13.32 Fósforo: es un elemento químico de número atómico 15 y símbolo P.

13.33 Ginseng: se denomina a numerosas especies de plantas del género *Panax*, en latín, *panacea*, y a otras que no son del género *Panax*, pero tienen propiedades muy parecidas.

13.34 Glicerol: es un alcohol con tres grupos hidroxilos. Se trata de uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, paso previo para el ciclo de Krebs y también aparece como un producto intermedio de la fermentación alcohólica.

13.35 Glucosamina: es una sustancia natural que se encuentra en el cuerpo. Está presente en el líquido que rodea las articulaciones.

13.36 Gluten: sustancia pegajosa y de color pardo, formada por proteínas, que se encuentra en la semilla del trigo y de otras gramíneas y que proporciona gran cantidad de energía al organismo.

13.37 Grasa: grasa es un término genérico para designar varias clases de lípidos, aunque generalmente se refiere a los acilglicéridos, ésteres en los que uno, dos o tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerina, formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente.

13.38 Hepático: del hígado o relacionado con él.

13.39 Hierro: es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe y tiene una masa atómica de 55,847 u.

13.40 HMB: es una sustancia producida naturalmente en los humanos que se usa como un suplemento dietético.

13.41 Inosina: es un nucleósido intermediario de las rutas de síntesis de ácidos nucleicos que se forma cuando la hipoxantina se une a un anillo de ribosa a través de un enlace glucosídico β -N9.

13.42 Lactato: es un compuesto químico que desempeña importantes roles en varios procesos bioquímicos, como la fermentación láctica.

13.43 Lactosa: es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. Se conoce también como azúcar de la leche, ya que aparece en la leche de las hembras de la mayoría de los mamíferos en una proporción del 4 al 5%.

13.44 Levaduras: cualquiera de los diversos organismos eucariotas, clasificados como hongos, ya sean ascomicetos o basidiomicetos microscópicos, con forma unicelular predominante en su ciclo de vida, generalmente caracterizados por dividirse asexualmente por gemación o fisión binaria y por tener estados sexuales que no están adjuntos a un esporocarpo (cuerpo fructífero). Las levaduras son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación (predominantemente alcohólica) de diversos compuestos orgánicos,

13.45 Lisina: es un aminoácido componente de las proteínas sintetizadas por los seres vivos. Tiene carácter hidrófilo, es uno de los 10 aminoácidos esenciales para los seres humanos, y consecuentemente debe ser aportado por la dieta.

13.46 Metilhexanamina: componente derivado del aceite de girasol que posee un efecto estimulante sobre el sistema nervioso central y que comúnmente se encuentra en suplementos nutricionales.

13.47 Minerales: es una sustancia natural, de composición química definida, normalmente sólido e inorgánico, y que tiene una cierta estructura cristalina.

13.48 Niacina: es una forma de vitamina B3. Se encuentra en alimentos como la levadura, la carne vacuna, la leche, los huevos, las verduras verdes, los porotos y los granos de cereal.

13.49 Nutrientes: es un producto químico procedente del exterior de la célula y que ésta necesita para realizar sus funciones vitales.

13.50 Ósmosis inversa: es una tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes en el agua potable. A este proceso se le denomina presión osmótica.

13.51 Picolinato de cromo: es uno de varios compuestos químicos de cromo que se vende como suplemento nutricional como una ayuda potencial

13.52 Polifenol: son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.

13.53 Potacio: es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo químico es K, cuyo número atómico es 19.

13.54 Probiótico: son microorganismos vivos adicionados que permanecen activos en el intestino en cantidad suficiente como para alterar la microbiota intestinal del huésped, tanto por implantación como por colonización.

13.55 Proteínas: son moléculas formadas por aminoácidos que están unidos por un tipo de enlaces conocidos como enlaces peptídicos.

13.56 Pseudocereal: plantas de hoja ancha, que son usadas de la misma manera que los cereales.

13.57 Quercetina: es un flavonol que se encuentra presente generalmente como O - glicósidos en altas concentraciones tanto en frutas como en verduras en especial en la cebolla.

13.58 Riboflavina: es un nucleósido formado por la base nitrogenada flavina y por la pentosa ribitol y que forma parte del complejo B.

13.59 Ribosa: es una pentosa (monosacárido de cinco átomos de carbono) de alta relevancia biológica en los seres vivos.

13.60 Sibutramina: es un fármaco anorexígeno utilizado para tratar la obesidad.

13.61 Soso: que no muestra la intensidad de sabor, que se considera aceptable o deseable.

13.62 Suero: es la fracción líquida obtenida durante la coagulación de la leche en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación del coágulo o fase micelar.

13.63 TCM: la teoría cinética de la materia. La idea de que la materia es discontinua.

13.64 Tiamina: es una vitamina hidrosoluble, insoluble en alcohol, que forma parte del complejo B.

13.65 Tribulus terrestris: es una especie de planta herbácea del género Tribulus en la familia Zygophyllaceae.

13.66 Tubérculo: es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta.

13.67 Vitaminas: son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, ya que al ingerirlos de forma equilibrada y en dosis esenciales promueven el correcto funcionamiento fisiológico.

13.68 ZMA: es una fórmula patentada que combina, de forma natural el zinc, el magnesio y la vitamina B6.

Mazatenango, Suchitepéquez 08 de octubre de 2019

A:

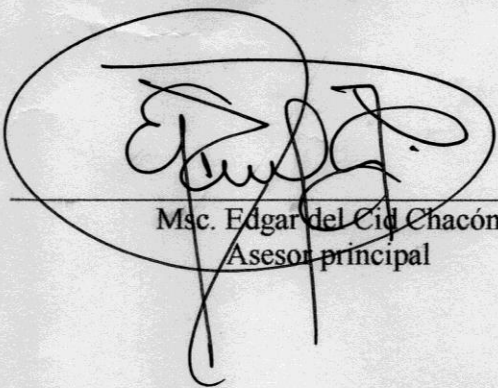
Comité de Trabajo de Graduación
Ingeniería en alimentos
CUNSUROC, USAC
Presente

Respetables miembros del Comité de Trabajo de Graduación:

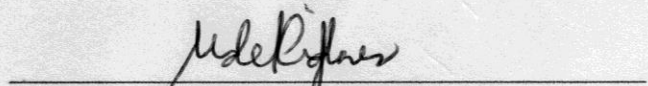
Por este medio nos dirigimos a ustedes deseándoles bendiciones de Dios el creador en sus labores cotidianas.

El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que como asesores de Seminario II de la estudiante de Ingeniería en Alimentos: DULCE MARÍA ISABEL UMAÑA HERNÁNDEZ, quien se identifica como estudiante con el carné No. 201240512 y CUI 2271 22933 1001 y realiza la investigación que se titula: "FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO", hemos finalizado la revisión y reúne los requisitos para su evaluación.

Sin otro particular, muy atentamente,



Msc. Edgar del Cid Chacón
Asesor principal



PhD. Marco Antonio del Cid Flores
Asesor adjunto



Mazatenango, Suchitepéquez 28 de Octubre del 2019

Señores Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC, USAC

Respetables señores:

Atentamente nos dirigimos a ustedes como terna evaluadora para hacer de su conocimiento que la estudiante **Dulce María Isabel Umaña Hernández** quién se identifica con **DPI 2271 22933 1001**, número de carné **201240512** ha realizado las correcciones de Seminario II del Trabajo de Graduación solicitadas en su evaluación correspondiente. Por lo que se considera que no hay ningún inconveniente que se le dé continuidad al respectivo proceso.

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes,

Atentamente,

Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Presidente

Inga. Dora Emilia Rodas Álvarez
Secretaria

Dr. Sammy Ramírez Juárez
Vocal



Mazatenango, 29 de Octubre de 2,019

MSc. Víctor Manuel Nájera
Coordinador carrera Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC-USAC

Presente

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO, AMARANTO "*AMARANTHUS SP*", SORGO "*SORGHUM VULGARE*" Y MALANGA "*COLOCASIA ESCULENTA*"; el cual ha sido presentado por la estudiante: DULCE MARÍA ISABEL UMAÑA HERNÁNDEZ, identificada con el número de Carné 201240512.

El documento antes mencionado llena los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente,

(f) **Ing. Marvin Manolo Sánchez López**
Secretario
Comisión de trabajo de graduación

Mazatenango, Octubre de 2,019

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director del Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC-USAC

Presente

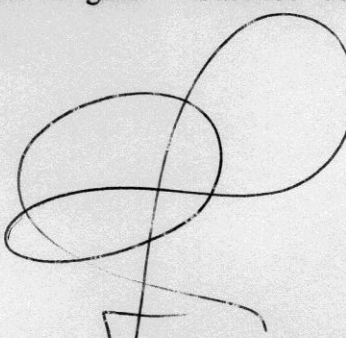
Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC- de la Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado: FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO, AMARANTO “*AMARANTHUS SP*”, SORGO “*SORGHUM VULGARE*” Y MALANGA “*COLOCASIA ESCULENTA*”; el cual ha sido presentado por la estudiante: DULCE MARÍA ISABEL UMAÑA HERNÁNDEZ, identificada con el número de Carné 201240512.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos, en el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente,

(f)



MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera Ingeniería en Alimentos



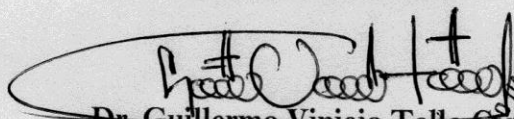
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-12-2019

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, treinta de octubre de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, "FORMULACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO PROTEICO INSTANTÁNEO A PARTIR DE SUERO DE LECHE EN POLVO, AMARANTO "*Amaranthus sp*", SORGO "*Sorghum vulgare*" Y MALANGA "*Colocasia esculenta*" de la estudiante Dulce María Isabel Umaña Hernández, carné No. 201240512. CUI: 2271 22933 1001 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Guillermo Vinicio Tello Carrón
Director - CUNSUROC -USAC

A circular stamp of the Centro Universitario del Sur Occidente, U.S.A.C. Mazatenango. The outer ring contains the text "CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE" and "U.S.A.C. Mazatenango". The inner circle features a coat of arms and the text "DIRECCION".

/gris