


# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

## TESIS PROFESIONAL

ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO  
PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DE  
UNA SOPA CREMA DE MALANGA  
CON LACTOSUERO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN  
ALIMENTOS**

PRESENTA

**Carlos Ivan Garcia Cabañas**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. GILBER VELA GUTIERREZ**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

JUNIO 2024



## **AGRADECIMIENTOS**

Le doy gracias a Dios nuestro padre, ya que este proyecto no hubiese sido posible sin su gracia y voluntad, con profunda estima agradezco a mi director de tesis el Doc. Gilber Vela Gutiérrez ya que ha sido mi mayor pilar para la conclusión de este trabajo, gracias a su guía, dirección y enriquecimiento de esta investigación, así mismo a mis sinodales y revisores al Mtro. Alejandro de Jesús Toledo Nanguelú y la Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca Cuyas observaciones y comentarios han sido cruciales para la consolidación de este trabajo.

Agradezco al Laboratorio de investigación y desarrollo de productos funciones (LIDPF) por abrirme sus puertas y permitirme llevar a cabo mi investigación en sus instalaciones, prestarme sus equipos de igual forma a la Universidad de ciencias y artes de Chiapas por ser un bastión de formación académica y brindarme los conocimientos necesarios a través de todos los maestros que me han impartido clases durante la duración de la carrera.

A mis padres por su formación con excelentes valores, los cuales me han ayudado a seguir adelante en momentos difíciles a mis hermanos que han sido pilares para nunca redime en mis metas y ser un gran ejemplo para ellos, a mi familia por la comprensión, apoyo constante e incondicional a lo largo de mis estudios.

A la Chef. Itzel Del Rocío Ruiz Guillen y a la Mtra. Ivonne Anahí López Miceli por apoyarme con sus conocimientos en el transcurso del trabajo así mismo a Zoila Guadalupe Méndez Morales y Ana Cecilia Vázquez Vázquez por prestarme equipo de cómputo y a los 4 por darme ánimos y apoyo cuando lo requería.

A mis amigos el Lic. Héctor Aquiles López López y a la Lic. Patricia Velasco Altunar por su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable en todo el transcurso de la carrera, contribuyendo a mi ánimo de una manera u otra.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 20 de mayo de 2024

C. Carlos Iván García Cabañas

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
Análisis sensorial, químico proximal y microbiológico de una sopa de crema de malanga  
con lactosueros

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

Mtro. Alejandro de Jesús Toledo Nanguela

Mtra. Susana Guadalupe Zea Caloca

Dr. Gilber Vela Gutiérrez



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
OBJETIVOS.....	6
MARCO TEÓRICO.....	7
LACTOSUERO.....	7
ORÍGENES DE LA UTILIZACIÓN DEL LACTOSUERO.....	7
PROBLEMAS AMBIENTALES.....	8
CALIDAD DEL LACTOSUERO.....	8
TIPOS DE TRATAMIENTOS QUE RECIBE EL SUERO.....	9
CONCENTRACIÓN DEL LACTOSUERO.....	9
SECADO DE LACTOSUERO.....	9
PASTEURIZACIÓN DEL LACTOSUERO.....	9
TIPOS DE LACTOSUERO.....	9
LACTOSUERO DULCE.....	10
LACTOSUERO ÁCIDO.....	10
COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO.....	11
COMPONENTE.....	11
ATRIBUTOS.....	11
LACTOSA.....	11
PROTEÍNA.....	11
A-LACTOALBUMINA.....	11
B-LACTOGLOBULINA.....	11

GLOBULINA.....	11
PROTEASAS-PEPTONAS.....	11
LÍPIDOS.....	11
VITAMINAS .....	11
MINERALES.....	11
COMPUESTOS BIOLÓGICAMENTE ACTIVOS Y PÉPTIDOS BIOACTIVOS.....	11
CARBOHIDRATOS.....	12
PROTEÍNAS.....	12
LA B-LACTOGLOBULINA .....	12
LA A-LACTOALBÚMINA.....	12
MALANGA.....	16
VITAMINAS Y MINERALES .....	13
MORFOLOGÍA .....	15
CALIDAD DE MALANGA .....	16
IMPORTACIÓN DE MALANGA .....	16
PRODUCCIÓN DE MALANGA EN MÉXICO.....	17
USOS DE LA MALANGA .....	18
COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL.....	18
TOXICOLOGÍA .....	19
HARINA DE MALANGA.....	19
ALMIDÓN .....	20
LA AMILOPECTINA .....	21
GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN .....	21
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	23

POBLACIÓN .....	23
MUESTRA.....	23
VARIABLES .....	23
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	24
MATERIAL BIOLÓGICO.....	24
ELABORACIÓN DE CREMAS DE MALANGA .....	24
PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MALANGA.....	25
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LACTOSUERO .....	26
PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE ROUX .....	27
PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE SOPA CREMA.....	28
ANÁLISIS SENSORIAL.....	30
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	33
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	45
CONCLUSIÓN .....	39
PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS DOCUMENTALES .....	41
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ASPECTO DEL SUERO DE LECHE .....	7
FIGURA 2. MALANGA .....	15
FIGURA 3. MOLÉCULA DE LA AMILOSA .....	21
Figura 4. Segmento de una molécula de amilopectina .....	21
FIGURA 5. DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MALANGA.	26
FIGURA 6. DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LACTOSUERO .....	27
FIGURA 7. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ROUX .....	28
FIGURA 8. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE SOPA CREMA .....	28
Figura 9. Evaluación sensorial a estudiantes .....	44
Figura 10. evaluación sensorial realizada por estudiantes y maestros .....	44
FIGURA 11. SELECCIÓN DE INGREDIENTES .....	51
FIGURA 12. PESADO DE INGREDIENTES .....	51
FIGURA 13. ELABORACIÓN DE SOPA CREMA. ....	51
FIGURA 14. ENVASADO DE SOPA CREMA. ....	51
FIGURA 15. TAMIZACIÓN DE LECHE .....	52
FIGURA16. PASTEURIZACIÓN.....	52
FIGURA17. CHOQUE TÉRMICO .....	52
FIGURA18. MEDICIÓN DE CUAJO.....	52
FIGURA19. PESADO DE CLORURO DE CALCIO .....	52
FIGURA 20. DISOLUCIÓN DE CUAJO Y CLORURO.....	52
FIGURA 21. CORTE DE CUAJADA.....	52
FIGURA 22. REPOSO .....	53
FIGURA 23. DESUERADO .....	53
FIGURA 24. PASTEURIZACIÓN DE SUERO .....	53
FIGURA25. ALMACENAMIENTO EN FRASCOS.....	53
FIGURA 26. PESADO DE MEDIOS .....	54
FIGURA 27. PREPARACION DE ACIDO .....	54
FIGURA 28. SIEMBRA.....	54
FIGURA29. INOCULACIÓN .....	54
FIGURA 30. PLACAS TESTIGO. ....	54

FIGURA 31. CUENTA FINAL DE PLACAS DE COLIFORMES TOTALES. ....	54
FIGURA 32. CUENTA FINAL DE PLACAS DE MOHOS Y LEVADURAS. ....	54
FIGURA 33. CAJAS PETRI A PESO CONSTANTE .....	61
.....	
FIGURA 34. PESADO DE CAJAS PETRI.....	61
.....	
FIGURA 35. PESADO DE MUESTRA .....	61
FIGURA 36. MUESTRAS EN EL HORNO DE SECADO .....	61
FIGURA 37. MUESTRA SECA .....	61
Figura 38. Rotular crisoles. ....	62
Figura 39. Pesar crisoles. ....	62
Figura 40. Carbonizar muestra. ....	62
Figura 41. Convertir a ceniza en la mufla. ....	62
Figura 42. Pesar ceniza .....	62
FIGURA 43. ROTULAR Y METER A PESO CONSTANTE CRISOLES. ....	63
FIGURA 44. PESADO DE MATRACES. ....	63
FIGURA 45. DESTILACIÓN. ....	63
FIGURA 46. GRASA OBTENIDA.....	63
FIGURA 47. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y REACTIVOS.....	64
FIGURA 48. DIGESTIÓN.....	64
FIGURA 49. DESTILACIÓN.....	64
FIGURA 50. TITULACIÓN.....	64
FIGURA 51. PESADO DE PAPEL FILTRO.....	65
FIGURA 52. PREPARACION DE MUESTRAS .....	65
FIGURA 53. DIGESTION.....	65
FIGURA 54. PESADO DE PAPEL FILTRO CON FIBRA.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del suero dulce y suero ácido .....	10
Tabla 2. Composición general del suero y distribución proteica .....	11
Tabla 3. Vitaminas presentes en el lactosuero.....	13
Tabla 4. Clasificación taxonómica.....	16
Tabla 5. Clasificación de calidad de los cormos de malanga.....	16
Tabla 6. Principales países importadores de malanga a nivel mundial.....	17
Tabla 7. Estados de México más productores de malanga del 2017-2022 según el SIAP .....	17
Tabla 8. Composición nutrimental de la malanga .....	18
Tabla 9. Comparativa de amilosa y amilopectina en almidones de tubérculos.....	20
Tabla 10. Categorización de las variables.....	23
Tabla 11. Porcentajes de ingredientes para las propuestas de las cremas.....	24
Tabla 12. Elaboración de cremas de malanga .....	25
Tabla 13. Elaboración de roux.....	27
Tabla 14. Rendimiento de harina obtenida.....	30
Tabla 15. Parámetros de calidad comercial de la leche obtenidos por Lactoscan.....	30
Tabla 16. Resultados globales de la evaluación sensorial de las distintas sopas cremas realizadas por atributos. ....	31
Tabla 17. Resultados y análisis estadístico del color de las distintas sopas cremas.....	31
Tabla 18. Resultados y análisis estadístico del olor de las distintas sopas cremas.....	32
Tabla 19. Resultados y análisis estadístico del sabor de las distintas sopas cremas. ....	32
Tabla 20. Resultados respecto a la aceptabilidad de las distintas sopas cremas realizadas. .....	33
Tabla 21. Cálculo de valores de la cuenta en placa mohos y levaduras. ....	34
Tabla 22. Cálculo de valores de la cuenta en placa de coliformes totales.....	34
Tabla 23. Resultados de análisis químico proximal. ....	35



# INTRODUCCIÓN

Los alimentos procesados y ultra procesados son normalmente sabrosos ya que cumplen ciertas características como los sabores, texturas, sonidos crujientes al masticar, entre otros; aparte de contener ciertos ingredientes como sal, azúcar y grasas, incorporados gracias a la ciencia de los alimentos y otras tecnologías, algunos por sus características pueden distorsionar los mecanismos del aparato digestivo y del cerebro, que envían la señal de saciedad y controlan el apetito, llevando así a un consumo excesivo, por esto mismo este tipo de productos se intentan sacar de las dietas; Aun así, se procura administrar en algunos momentos ya que brindan un suministro de energía. Algunos de los productos ultra procesados más recomendados son bebidas para deportistas, geles, suplementos alimenticios líquidos, barras energéticas y suplementos con vitaminas y minerales (Fernández *et al.*, 2020). Habitualmente se emplean los suplementos con el principal objetivo de complementar la dieta diaria cuando ésta es insuficiente con la aportación nutrimental requerida. En la actualidad se han establecido como una tendencia y en algunos casos se han impuesto como una moda, siendo su principal función generar un aporte de hidratos de carbono, vitaminas, minerales, fibras dietéticas, aminoácidos, péptidos y lípidos, ya sea aportando uno de estos o combinación de estos (Alejo-Hernández *et al.*, 2020).

Queccaño y Rodríguez (2022), reportaron que las características del almuerzo y cena de cualquier persona, es preferente que sea en presentaciones cocidas o en forma de puré, crema o guisos. Las cremas o sopas ligeras, a diferencia de las sopas claras, en ellas se utilizan un espesante ocupando como base de un fondo con harinas, para otorgar una textura cremosa también se caracteriza por ausencia de grumos debido a que sus ingredientes son licuados.

La malanga, es un cultivo de gran interés por su aceptación en el mercado exterior principalmente en los países afro-caribeños, asiáticos y de forma especial en los Estados Unidos de Norte América (Reyes *et al.*, 2022). En México, ha sido cultivada comercialmente en los estados de Veracruz, Oaxaca, Puebla, Nayarit y Sinaloa, principalmente para exportar a Estados Unidos y Canadá. Sólo para el año agrícola en Veracruz, principal productor nacional, se reportaron 482 hectáreas cultivadas, con una producción de 36,128 toneladas (Herrera *et al.*, 2022). Su consumo es tradicionalmente cocido, frito y en atole. Al ser un tubérculo no contiene gluten, por lo cual puede ser consumida fácilmente por personas que tienen enfermedades como la celiaquía o intolerancia al gluten, asimismo ayuda a la limpieza del tracto digestivo (Reyes *et al.*, 2022).

Además, el empleo de raíces y tubérculos se ha estado convirtiendo en los últimos años en una opción alternativa a los problemas de alimentación mundial, en especial en los países tropicales donde principalmente existe la propagación y proliferación de este cultivo. En el trabajo de León (2022), se reportó que la malanga en la actualidad ha tenido un gran éxito y es principalmente consumida debido a su contenido y aporte en fibra dietética, también es una muy buena opción para reducir los niveles elevados de grasas en la sangre, colesterol. Así mismo y se ha visto como un buen intermediario de problemas gastrointestinales y del tránsito intestinal. Gracias a esto en la actualidad se ha implementado en la dieta, de cierta forma en la elaboración de sopas, guisos, ensaladas, panes, pasteles, galletas, atoles, pero poco aplicada en los productos procesados.

El lactosuero es una de las sustancias más contaminantes que existen en la industria alimenticia a nivel mundial, se produce durante la fabricación de quesos y yogurt griego, quedando como un residuo de color amarillento, turbio, con una consistencia cremosa, de idiosincrasia ácida, débilmente dulce y en un estado líquido; contiene, proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas por ello constituye una importante fuente de nutrientes. En México, se produce queso gracias a la presencia de empresas artesanales y transnacionales, siendo el lactosuero el subproducto poco aprovechado por los productores, razón por la que se considera un problema ambiental. Solo en México las queserías artesanales producen entre 2,000 y 10,000 litros de lactosuero; la mayor parte del suero es desechada al suelo o mantos acuíferos sin algún tratamiento previo como consecuencia de su contenido acuoso y rápida descomposición. (Torres-Martínez *et al*, 2020). En la industria alimentaria sus usos pueden ser muy diversos, se ha empleado en la elaboración de fórmulas para bebés, alimentos dietéticos, sopas, panes en repostería, para salsas de ensaladas, en la preparación de salchichas y charcutería, bebidas, en la industria farmacéutica y otros campos industriales como la alimentación de animales (Ñacata Oña, 2022).

El mercado de los alimentos saludables ha tenido un incremento en la demanda ya sea por la tendencia o la moda que estos han adquirido, generando el creciente interés en todas sus presentaciones por los consumidores, incrementando las opciones buscadas de estos productos. Esta investigación tuvo como objetivo la elaboración de una sopa crema con una base de suero de leche adicionada de harina de malanga, para obtener un alimento procesado altamente nutritivo, abordando un estudio experimental y de laboratorio, para lo cual se realizaron los

respectivos ensayos experimentales para determinar la humedad, ceniza, grasa, proteína y fibra mediante los métodos de la AOAC, además de determinar su nivel de agrado. De las pruebas determinadas la más destacable es la elaborada con hojas de rábano con un destacable sabor, olor y color además de tener un buen aporte de grasa y ser baja en carbohidratos los demás criterios están por encima de las comerciales.

## JUSTIFICACIÓN

Debido a que en la práctica del deporte existen ciertos requerimientos que sobrepasan los límites fisiológicos, nutricionales, entre otros. Para permanecer en uno de estos grupos sin importar el deporte que se practique, los deportistas exponen su organismo a situaciones extremas, por ello surge la necesidad de implementar especialmente en su dieta suplementos deportivos y nutricionales que conllevan un efecto positivo en el rendimiento físico ya sea en las respuestas metabólicas o el tiempo de recuperación del deportista (Triana, 2020). Para el deportista es importante llevar una adecuada nutrición, para poder cumplir con sus entrenamientos y no tener deficiencias nutrimentales o energéticas en el proceso, por ello consumen productos con el fin de mantener su energía durante los entrenamientos, como lo son suplementos, proteínas, complementos, entre otros.

El consumo y producción de malanga en México y Chiapas no es nada nuevo, debido al poco conocimiento de este, así como de sus beneficios y las pocas formas de preparación que tiene es poco consumido, de los usos más comunes es en cierto tipo botanas, rodajas deshidratadas e incluso harina. Dentro de sus principales características tiene valores nutricionales bastante altos, comparados con otros productos afines, por su contenido de fibra tiene atributos digestivos siendo benéfico para la persona que lo consuma y contiene cantidades muy bajas en grasa. En Chiapas algunas de las zonas donde podemos encontrar este tallo subterráneo es en el municipio de San Fernando, La concordia, Malpaso, Tapachula, Ocozocoautla y Benito (Esponda, 2018). El lactosuero es una de las sustancias más contaminantes que existen en la industria alimentaria y la más contaminante de la industria láctea, como subproducto es rico en proteínas globulares hidrosolubles, lactosa, grasas y minerales, etc., constituye una importante fuente de nutrientes (Asas *et al.*, 2021). Pese a esto es uno de los subproductos más desechados de la industria alimentaria, por ello es importante buscar alternativas de utilización. El objetivo de la presente investigación es desarrollar una crema de malanga con lactosuero, que cumpla con las características nutricionales necesarias para las personas practicantes de deportes, además de hacer uso de uno de los subproductos más contaminantes generados en la fabricación de quesos y yogurt como lo es el lactosuero e implementar un tubérculo muy rico en nutrientes como la malanga, haciendo uso del almidón modificado de esta, con el fin de crear una crema con la consistencia adecuada, con el ámbito normativo de este producto, dándoles otra opción de consumo aparte de las ya conocidas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para que un rendimiento deportivo sea óptimo, sea cual fuere el nivel deportivo, se ve afectado por la alimentación, siendo éste un factor fundamental para maximizar el rendimiento y para el mantener de una buena salud (Huerga, 2021). La ingesta de alimentos de un deportista debe basarse en una distribución porcentual y correcta de macronutrientes, los cuales se norman de la siguiente manera: de un 55 a un 60% de carbohidratos, un 25 a 30% de grasa además de recomendarse una ingesta en promedio de 1.2 a 1.6 g de proteína por cada kilogramo del peso corporal del deportista, ya que una nutrición deficiente compromete su rendimiento en el entrenamiento, pero principalmente durante competiciones. Otros de los factores muy importante a la hora de alimentarse, es considerar la energía que ésta aporta, pues la energía es fundamental para el funcionamiento celular y en la reparación proporciona elementos materiales necesarios para formar la estructura del organismo en el crecimiento y la renovación del organismo. Por ello las alternativas gastronómicas, procesadas y ultra procesadas deben garantizar una alimentación suficiente en calidad y cantidad de acuerdo a las necesidades energética nutrimental del deportista durante su entrenamiento (Queccaño y Rodriguez, 2022). La alimentación constituye uno de los tres pilares básicos de toda programación deportiva, junto con el entrenamiento y el descanso, sin importar la realización de cualquier tipo de actividad física ya que estas necesitan de un aporte calórico por parte de los alimentos que se consumen. Pese al incremento en la demanda en la ingesta de estos productos sus presentaciones siguen siendo las mismas y siendo la mayoría para una ingesta personal con un aporte de algo en específico, son pocos los suplementos que te ofrecen más de dos cosas a la vez ya sean carbohidratos, grasas vitaminas, minerales, etc.

# OBJETIVOS

## GENERAL

Crear un alimento procesado con base en lactosuero y malanga, además determinar su nivel de agrado con una prueba ordinal y de intervalo, evaluar su inocuidad y su composición nutrimental.

## ESPECÍFICOS

- I.** Desarrollar una crema como un alimento procesado con base de lactosuero y malanga que cumpla con los requerimientos necesarios para complementar la alimentación de un deportista.
- II.** Valorar sensorialmente la aceptabilidad de la sopa crema a través de un panel de jueces no entrenados.
- III.** Evaluar la composición nutrimental de la sopa crema mediante análisis químico proximal.
- IV.** Evaluar la inocuidad del producto mediante un examen microbiológico de acuerdo a la normatividad vigente.

# MARCO TEÓRICO

## LACTOSUERO

La NOM-183-SCFI-2012 nos especifica en sus apartados que el lactosuero o suero de leche (figura 1) es un líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína. El suero lácteo se genera durante la fabricación de queso, por cada kilo de queso producido se generan 9 litros de suero (Rojo, 2022). Se estima que para el año 2023 la producción mundial de lactosuero tenga un alcance de 230 millones de toneladas. Una de las industrias más importantes en México es la industria quesera, ya que está a nivel nacional utiliza hasta un 25% de toda la leche producida desde el nivel artesanal hasta los niveles masivos de la industria (Guerrero, 2023). Mientras que en Chiapas se producen diariamente alrededor de 510 000 litros de lactosuero (Vicente, 2022).



**FIGURA 1. ASPECTO DEL SUERO DE LECHE**

### Orígenes de la utilización del lactosuero

El consumo de la leche se ha reportado desde hace más de 9000 años, asociando el consumo a las tribus del período neolítico con el desarrollo de la ganadería, donde el hombre logró domesticar ovejas y cabras en el mediterráneo oriental, aunque su consumo comprobado se remonta 8500 años atrás, mientras que la producción de queso se remonta 4000 años atrás, donde se elaboraba en recipientes elaborados con estómagos de animales para generar una fermentación produciendo el queso, en este tiempo el suero aun no tenía una ocupación o uso, fue hasta años después en la antigua Mesopotamia y más tarde en Grecia donde pese a ser

altamente despreciado este ya comenzaba a utilizarse para la alimentación de cerdos y en caso de no ocuparse se tiraba, diversas fuente aseguran que en el caso Avicena, Hipócrates entre otros lo ocupaban, recomendando ya que aseguraban que tenían efectos desintoxicantes y depurativos en el organismo (Asas *et al.*, 2021).

### **Problemas ambientales**

La descarga en el ambiente del lactosuero sin ningún tipo de tratamiento antes desecharse genera problemas ambientales, en el suelo disminuye el rendimiento de las cosechas, además que la descomposición de compuestos orgánicos del suero en el suelo genera mal olor, este resultado se debe a la carga de nitrógeno en el lactosuero; el nitrógeno es un nutriente que se encuentra de manera natural en el suelo necesario para un correcto desarrollo de las plantas, cuando vertemos el lactosuero en el suelo este se filtra en la capas del suelo pudiendo llegar hasta los mantos freáticos donde contaminando el agua de éstos convirtiéndose en un problema de salud para los animales o humanos que la consuman, mientras que a las plantas o cosechas donde se vierten estas se ven afectadas ya que este nutriente en exceso genera que las plantas no tengan la absorción de este nutriente ya que las raíces no lo absorben; cuando este se vierte en el agua, lagos o mantos acuíferos estos tienen una eutrofización por las concentraciones de fósforo y nitrógeno, promoviendo el crecimiento de microorganismos y plantas acuáticas, como resultado el oxígeno presente en el agua disminuye así como la luz, muriendo especies acuáticas debido al cambio del hábitat de estas especies (rojo, 2022). El mayor componente del lactosuero es la lactosa, la cual contribuye a una apreciable demanda bioquímica y química de oxígeno (Asas, 2021).

### **Calidad del lactosuero**

Para que el lactosuero pueda ser ocupado debe cumplir ciertos parámetros de calidad, el suero deberá ser filtrado y pasteurizado a 72°C por 15 segundos y almacenado a no más de 6°C, el suero dulce según Torrez-Martinez (2020), debe cumplir con pH entre 6.0 y 6.6 (algunas empresas requieren 6.3 como mínimo), contenido de proteína mínimo 0.7 g/100 g, materia grasa 0.05%, partículas de queso o finos de caseína <0.02, nitrato <3 ppm, nitrito <1 ppm, sin agregados de NaCl y un recuento microbiano de termoresistentes <1.000 ufc/ml, coliformes <50 ufc/ml, *Bacillus cereus* <1 ufc/ml y anaerobios sulfito reductores <1 ufc/ml, dependiendo del proceso posterior y el producto que sea elaborado, algunos parámetros pueden variar.

## **Tipos de tratamientos que recibe el suero.**

### **Concentración del lactosuero**

El suero se hierva hasta alcanzar un 50 o 70% de sólidos el resultado es variable dependiendo el pH ya que las proteínas del suero pueden precipitarse durante el proceso, el resultado durante el calentamiento permite obtener un jarabe espeso, este estando caliente incluye un contenido bastante alto de lactosa la cual empezará a cristalizar, estos cristales resultante se lavan con etanol al 70-80% y se secan en el rotavapor el rendimiento de cristales dependerá de los minerales y proteínas contenidos en el suero, otras de las características de la concentración es que se favorece su conservación por la concentración de azúcar y el descenso del pH en este también facilita su empleo en la crianza animal (Lujan, 2022).

### **Secado de lactosuero**

El secado busca una buena conservación al tener un producto con baja humedad y un producto estable, los métodos más comunes son el secado en rodillos o secado Spray dryer siendo este último el más ocupado.

### **Pasteurización del lactosuero**

Según la norma NOM-155-SCFI-2012 la pasteurización es un tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de algunas enzimas de los alimentos. Existen la pasteurización a baja temperatura también conocida como BATCH O LTLT en este proceso la leche se somete a una temperatura constante de 63°C durante un periodo de 30 minutos para posteriormente enfriar por 30 min más, la pasteurización a altas temperaturas conocida como HTST la cual a diferencia del primero el tratamiento es por 15 segundos con una temperatura constante a 72 grados, y por último está la ultra pasteurización también conocida como UHT donde la temperatura llega hasta los 140°C por 1 segundo para después ocasionar un choque térmico bajando la temperatura de golpe (Pino, 2020). Para el caso del lactosuero se recomienda el HTST.

### **Tipos de lactosuero**

De acuerdo al tipo de tratamiento, el queso a obtener y el producto que se ocupe para generar el gel o coagular la caseína durante la producción se genera el lactosuero resultante el cual puede

ser suero ácido o suero dulce, dependiendo de las cualidades de estos se deriva su aprovechamiento, ya que contiene un considerable aporte nutricional, por lo cual puede considerarse como un alimento (Palomo, 2023).

### **Lactosuero dulce**

El 75% de la producción de suero resultante de la fabricación de quesos es suero es dulce, este tiene un pH 6-7, hablando de su composición fisicoquímica, un 0.97% del contenido de este es proteína, un 0.39% de lípidos, 0.55% cenizas, 5.14% carbohidratos y un 92.95% es humedad, su composición se muestra en la tabla 1, este tipo de suero normalmente se ocupa para la fabricación de bebidas, bioplásticos, suero en polvo y ácido láctico (Pineda, 2023).

### **Lactosuero ácido**

El 25% restante es el suero ácido este se genera mediante la acción de los Lactobacilos cuando estos fermentan la leche, otro método para la elaboración de suero ácido es la adición de ácidos orgánicos como láctico, cítrico y acético, incluso la adición de ácidos minerales como el ácido clorhídrico o minerales pH de 4.6 a 4.7, su composición general está en la tabla 1. Este principalmente se ocupa para la alimentación del ganado, fertilizante, alimentos fermentados, bebidas para deportistas, entre otros (Pineda, 2023).

**Tabla 1. Composición del suero dulce y suero ácido**

<b>Ingredientes</b>	<b>Suero ácido (G/L)</b>	<b>Suero dulce (G/L)</b>
Sólidos totales	63 - 70	63 - 70
Lactosa	44 - 46	46 - 52
Proteína	6 - 8	6 - 10
Contenido graso	0.4	5
Lactato	6.4	2
Ceniza	8	5
Calcio	1.2 - 1.6	0.4 - 0.6
Fosfato	2 - 4.5	1 - 3
Cloruro	1.1	1.1

Fuente: Pineda, 2023.

## Composición del lactosuero

El lactosuero tiene alto valor nutricional ya que retiene un 55% de los nutrientes de la leche, contiene proteínas solubles, vitaminas hidrosolubles, carbohidratos y minerales, las proteínas son de importancia, ya que es de 1 a 4 veces mayor que las de la soya y una alta solubilidad lo que lo hace ideal para preparar distintos alimentos en la industria alimentaria (Zambrano, 2021). En la tabla 2, podemos observar la distribución proteica y su composición general del suero de leche (López, 2021).

**Tabla 2. Composición general del suero y distribución proteica**

Componente	Atributos
Lactosa	95% de la lactosa de la leche, en una proporción de 4.5-5.0% (p/v) (46.0-52.0 g/L) en lactosuero dulce y 44.00-46.0 de lactosuero ácido.
Proteína	En una proporción 0.8-1.0% p/v. Corresponde alrededor del 25% de las proteínas contenidas normalmente en la leche. 6 g/l en lactosuero dulce y 6.0-8.0 g/l en lactosuero ácido. Alto contenido de aminoácidos (leucina, isoleucina, lisina, valina) vs proteínas de referencia, caseína, proteína de soya y proteína humana.
$\alpha$ -Lactoalbumina	30% del total del contenido proteico
$\beta$ -Lactoglobulina	Es importante porque tiene propiedades emulsionantes y cumple una función importante al interactuar con compuestos como el retinol y los ácidos grasos.
Globulina	Corresponden a 10% del total de proteínas
Proteasas-peptonas	Corresponden al 10% del total de proteínas. Lactoferrinas, albúmina (idéntica a la albúmina sérica de la sangre), inmunoglobulinas, factores de crecimiento, glicoproteínas y enzimas (nucleasas, lactoperoxidasas, xantina oxidasa, lipasa esterasa, amilasa, fosfatasas ácidas y alcalinas, lisozima, aldolasa, catalasa, inhibidor de la tripsina, lactosa sintetasa, ceruloplasmina, sulfidril oxidasa y otras). Son proteínas de alto valor biológico al proporcionar aminoácidos esenciales para el organismo entre ellos, triptófano, leucina, e isoleucina
Lípidos	0.5 y 8% de la materia grasa de la leche.
Vitaminas	Tiamina 0.38mg/ml, riboflavina 1.2 mg/ml, ácido nicotínico 0.85 mg/ml, ácido pantoténico 3.4 mg/ml, piridoxina 0.42 mg/ml, cobalamina 0.03 mg/ml, ácido ascórbico 2.2 mg/ml.
Minerales	8-10% del extracto seco. Calcio (0.4-0.6 g/l en lactosuero dulce y 1.2-1.6 gl/) en lactosuero ácido, potasio, fósforo, sodio y magnesio.
Compuestos biológicamente activos y Péptidos bioactivos	Para ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos. Con potencial antihipertensivo, actividad antimicrobiana, antioxidante, incremento de la saciedad, entre otros.

Fuente: López, 2021.

## **Carbohidratos**

Los carbohidratos son la principal fuente de energía de los seres vivos, los dos más importantes son los azúcares y almidones (Cabrera, 2019). En el caso del lactosuero el carbohidrato más importante es la lactosa siendo el mayor componente de este, haciéndolo una muy buena opción para la fabricación de productos con valor agregado aportando energía, además de que esta azúcar se puede separar a través de procesos de filtración siendo utilizado hasta en fórmulas infantiles (Oyarzabal, 2019).

## **Proteínas**

Las proteínas del lactosuero son valoradas gracias a que tienen una alta digestibilidad incluso superiores a las de origen vegetal, ya que estas contienen altos niveles de aminoácidos como la lisina entre otros, encontrando en la porción adecuada para que organismo desempeñe una síntesis correcta de los tejidos, estas proteínas de igual manera son conocidas como proteínas rápidas ya que su asimilación y absorbancia por el organismo es rápida (a mayor velocidad la calidad de una proteína es superior), tomando relevancia en la industria de alimentos, las más importantes en el suero son la  $\beta$ -lactoglobulina (50%) y la  $\alpha$ -lactoalbúmina (20%), entre otras, su importancia principal radica en que estas proteínas pueden sustituir a la proteína de huevo en la elaboración de panadería y confitería, son de importancia en la fabricación de fórmulas infantiles, bebidas y productos para deportistas así como de personas de la tercera edad, salsas y embutidos por sus propiedades nutricionales y aporte de sólidos lácteos (Oyarzabal, 2019).

### **La $\beta$ -lactoglobulina**

La  $\beta$ -lactoglobulina es una proteína hidrosoluble y por su estructura le permite transportar moléculas hidrófobas, como el transporte de vitaminas liposolubles y participar en su absorción y una fuente de aminoácidos esenciales (Guerrero, 2023).

### **La $\alpha$ -lactoalbúmina**

La  $\alpha$ -lactoalbúmina es una metaloproteína que sirve como transportadora de calcio de excelente calidad nutricional, teniendo concentraciones considerables de lisina, cisteína y triptófano, este último de especial interés por su papel en la síntesis de serotonina fundamental, además esta proteína es fundamental en fórmulas para lactantes dada su alta concentración en la leche humana (Guerrero, 2023).

### Vitaminas y minerales

El principal contenido de vitaminas presentes en el suero, se muestra en la tabla 3. Son de fundamental importancia ya que nos permite una mejor absorción de minerales ayudando a mejorar el proceso de respiración celular además de tener un bajo índice calórico (Asas, 2021). Cuenta con vitaminas de complejo B y ácido ascórbico de importancia principalmente en el crecimiento infantil ya que les ayuda en el fortalecimiento de su estructura ósea, así como de tejidos, aporta minerales como el potasio, calcio, sodio, magnesio y fósforo (Zambrano, 2021).

**Tabla 3. Vitaminas presentes en el lactosuero.**

<b>Vitaminas</b>	<b>Concentración (mg/ml)</b>	<b>Requerimiento diario (mg)</b>
Tiamina	0.38	1.5
Riboflavina	1.2	1.5
Ácido nicotínico	0.85	10 - 20
Ácido pantoténico	3.4	10
Piridoxina	0.42	1.5
Cobalamina	0.03	1.2
Ácido ascórbico	2.2	10 - 75

Fuente: Asas, 2021.

### MALANGA

Las raíces y tubérculos son una alternativa en la alimentación en personas con problemas alimenticios además de ser uno de los principales pilares en la soberanía alimentaria y una alternativa de ingesta de carbohidratos en el caso de no contar con cereales o leguminosas en abundancia (Martínez *et al.*, 2019). La malanga es una hortaliza originaria de Asia e introducida en América por esclavos negros (Viveros *et al.* 2021) y con fines investigativos en la década de los 80's (Martínez *et al.*, 2019). En América prosperó gracias a que es un cultivo que se reproduce en regiones tropicales y subtropicales del mundo siendo el continente americano uno de los más abundantes con estos climas aptos para su desarrollo, en la actualidad gracias a su manera de reproducción y clima apropiado en el territorio mexicano se ha ido incrementando

progresivamente la plantación y explotación del cultivo de la malanga (Viveros *et al.*, 2021) y todo ello pese al nulo conocimiento de éste; en México pocos estados lo siembran, algunos de los principales productores son Veracruz, Oaxaca, Puebla, Nayarit y Sinaloa (Herrera *et al.*, 2022). Es reconocida por varios nombres a lo largo del continente americano, principalmente destacan malanga, taro, badú, yampi; esto dependiendo del continente y la región de donde se encuentre, y reconocida como una de las especies de raíces y tubérculos más importante en la zona tropical, en la actualidad es considerada un cultivo promisorio y con una amplia variedad en el campo de la industria de alimentos, ya que al no contener gluten se diferencia de algunos otros alimentos de origen vegetal, convirtiéndose en un alimento que puede ser consumido por la población celíaca así como aquella que no lo es, sin tener problema alguno por ello, su gran contenido de almidones apoya en la limpieza del tracto digestivo (Reyes y Mishel, 2022).

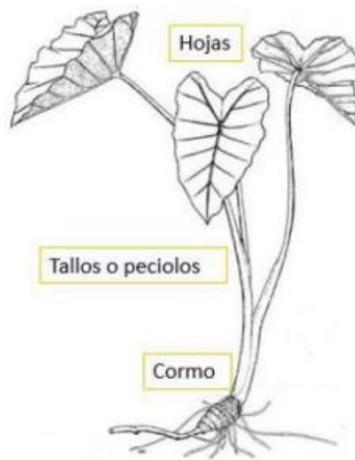
La malanga tiene una clasificación taxonómica (tabla 4), podemos decir que su ciclo de crecimiento consta de un lapso de 9 meses, prospera principalmente en climas cálido-húmedos, en altitudes que van desde los 0 hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar, desarrollándose mejor a temperaturas que van desde los 25 a los 35°C, para su óptimo crecimiento el cultivo prefiere suelo limosos con gránulos de tierra de tamaño intermedio ya que son más fáciles de trabajar para el cultivo, además de ser más fértiles ya que contienen un alto contenido de materia orgánica y un pH idóneo que va de los 5.5 a los 6.5, los segundos suelos que prefieren son los arcillosos siempre que estos tengan una muy buena disponibilidad de agua (Herrera *et al.*, 2022). Cerruffo y Jiménez (2022), la define como una raíz engrosada con similitudes a otras como la yuca, la papa o el camote. Es una planta herbácea anual y de comportamiento perenne si no se le cosecha sus cormos están cubiertos de escamas fibrosas, pero pueden ser también lisos dependiendo de la especie, el color de la pulpa suele ser blanco, pero también en algunas aparecen clones de colores hasta que se vuelven de color marrón oscuro.

La malanga contiene un alto contenido de almidón de fácil digestión en su raíz desde una 30 - 85% y es considerado con un alto valor nutricional, la manera de consumirlo varía según el lugar se pueden cocinar, asar o freír los cormos, siendo de manera importante el tratamiento con la temperatura para eliminar o excluir las saponinas, sustancias irritantes y los cristales de oxalato de calcio presentes en el cormo, su contenido en base seca es, proteínas de 1.4 a 7 %, la

cantidad de fibra varía de 0.6 a 0.8%, también vitaminas y minerales, es considerado como alimento funcional, ya que apoya en el desarrollo infantil durante la separación de la leche materna y puede disminuir los síntomas de gastritis en la edad adulta (Ordoñez, 2020).

### **Morfología**

La malanga (figura 2), se conforma por un cormo de una coloración marrón oscuro, la coloración de la pulpa del cormo varía dependiendo de la especie puede ser de color blanco o amarilla y su forma es esférica, a partir de esta se desarrollaran los tallos, estos están cubiertos por escamas fibrosas de las que están conectadas las hojas, inician su crecimiento enredándose a partir de la base formando un pseudo tallo hasta cambiar su forma por una pelmada que le servirá como escudo para proteger su raíz (Rodríguez, 2023). Su clasificación taxonómica es Familia: Aráceas comestibles. Género: Colocasia. Especie: Esculenta. Nombre Común: Malanga (Murillo *et al.*, 2021).



**FIGURA 2. MALANGA (RODRÍGUEZ, 2023).**

**Tabla 4. Clasificación taxonómica**

Nombre científico:	<i>Colocasia esculenta</i> Schott
Nombre Común:	Malanga
Sinónimo:	Dashen, taro, quiquisque, ñampi
División:	Magnoliophyta Clase: Lilipsida
Subclase:	Aracidae
Orden:	Arales
Familia:	Araceae
Género:	Colocasia
Epíteto específico:	Esculenta

Fuente: Murillo et al., 2021.

### Calidad de malanga

El autor Rodríguez (2023), clasificó la calidad del tubérculo (tabla 5) en tres clasificaciones siendo la de mejor calidad la extra, la de calidad intermedia como malanga de primera y la de peor calidad se clasifica como malanga de segunda.

**Tabla 5. Clasificación de calidad de los cormos de malanga.**

Clasificación	Características
Extra	No presenta defectos notables (puede tener imperfecciones superficiales sin ser notables).
Primera	Puede tener cicatrices que no exceda el 25%. Raspaduras que no exceda el 20% de la superficie.
Segunda	Puede tener cicatrices que no exceda el 25%. Raspaduras que no exceda el 30% de la superficie.

Fuente: Rodríguez, 2023.

### Importación de malanga

La malanga, es un tubérculo principalmente muy cotizado y comprado en países con climas tropicales y subtropicales tabla 6 (Bonilla, 2021). Es considerada la segunda raíz más importante para consumo humano y la cuarta más producida en términos de peso en todo el mundo (Arano, 2019).

**Tabla 6. Principales países importadores de malanga a nivel mundial.**

Importadores	Valor importado en				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mundo	3436	11942	7912	9195	122
Estados Unidos de América	2352	10529	6513	7573	10447
Canadá	101	202	222	483	673
Malasia	0	303	267	92	302
Países Bajos	109	115	282	210	239
Costa Rica	116	100	0	0	116
República Dominicana	4	10	2	8	89

Fuente: Bonilla, 2021.

### **Producción de malanga en México**

El autor Villanueva-De La Cruz (2020), mencionó que la malanga se introdujo a México en el año 1980 principalmente con fines de investigación, desde su ingreso a México el estado de con más producción anual reportado ha sido el estado de Veracruz, inclusive en la actualidad el sistema de información agraria y pesquera (SIAP) desde estos últimos seis años solo ha tomado en cuenta al estado de Veracruz como estado productor aparte de Nayarit (tabla 7). De igual manera lo reportó León (2022), que reportó que en el año 2017 causado por diversas investigaciones de este cultivo se ha popularizando para su siembra y cosecha, más en áreas de Veracruz y Puebla, así como parte de Centroamérica, Cuba, Hawái y algunos países orientales. Más recientemente en el estado de Chiapas, donde esporádicamente, se han encontrado plantaciones de malanga en municipios como Ocozocoautla, San Fernando y Tuxtla Gutiérrez (León, 2022).

**Tabla 7. Estados de México más productores de malanga del 2017-2022 según el SIAP**

Año	Entidad	Hectáreas sembradas	Producción (ton)
2022	Veracruz	495	39665.30
2019	Veracruz	482	36128
2018	Veracruz	620	38330
2017	Veracruz	577	31266
	Nayarit	102	3924

Nota: elaboración propia con datos obtenidos del SIAP.

Fuente: SIAP, 2017-2022.

## Usos de la malanga

La malanga al ser un tubérculo de fácil cocción similar a la papa, la población que lo consume, lo hace de diversas maneras e incluso parecidas, la malanga se llega a cocinar en sopas como ingrediente principal o como acompañante de estas, entre otro tipo de guisados, se puede transformar en harina para realizar panes, dulces, pasteles y galletas (Cerruffo y Madrid, 2022). El autor Reyes *et al.* (2022), mencionó que, en la gastronomía, los chefs ocupan la harina para elaboración de pastas con masas fermentadas o masas frescas, en masas para la elaboración de panes y hojuelas por su fácil digestión y al no contener gluten, sus propiedades no alérgicas y en la preparación de bebidas. La mayoría de los tubérculos no son estudiados ampliamente y la mayoría de investigaciones con enfoque a tubérculos se centran en la papa y la yuca (Martínez *et al.*, 2019). Aun así, la industria de alimentos utiliza el cormo para la extracción de almidones, sorbitol y glucosa, el más utilizado de estos tres es el almidón el cual es ocupado como sustituto del maíz por la industria avícola (Reyes *et al.*, 2022).

## Composición nutrimental

Ochoa (2019), reportó que los cormos de malanga son ricos en nutrientes, al igual que carbohidratos y proteína como lo podemos observar en la tabla 8.

**Tabla 8. Composición nutrimental de la malanga**

Composición nutricional		
Energía	%	65.9
Proteínas	Kcal.	132
Grasa	g	1.7
Carbohidratos	g	0.3
Fibra dietaría total	g	30.9
Ceniza	g	2.4
Calcio	g	1.2
Fósforo	mg	14
Hierro	mg	56
Tiamina	mg	0.8
Riboflavina	mg	0.13
Niacina	mg	0.03
Vitamina c	mg	0.7
Vitamina A	mg	5
Colesterol	mg	1
Vitamina B12	mg	0

Fuente: Ochoa, 2019.

## **Toxicología**

Vela-Gutiérrez *et al.* (2021), en su estudio mencionó que una de las desventajas de la malanga en un estado crudo es tiene presencia de anti nutrientes los cuales pueden tener efectos adversos a nivel digestivo, tal es el caso de oxalatos presentes desde las hojas hasta la raíz, el contenido puede variar dependiendo del suelo o la edad de la planta, además lo cormos también contienen ácido cianhídrico; el estudio de Vela-Gutiérrez *et al.* (2021), también demostró que los niveles de oxalatos en los cormos de malanga se reducen más un 75% de la concentración de estos, al cocinar el cormo, mientras que los niveles de ácido cianhídrico (HCN) que se encontraron en la harina y los cormos frescos analizados llegó a hacer bastante bajo o incluso a eliminarse por completo después de someterlos a un proceso de ebullición de 20 min, reafirmando que el consumo de la malanga cocida no representa ningún daño hacia la salud humana.

## **Harina de malanga**

La malanga al ser un producto con un índice bastante alto de pérdidas post cosecha debido a su alto contenido de humedad se han buscado alternativas para su conservación, una de las más sobresalientes ha sido la fabricación de harina de malanga, además de incorporar un producto que nos permitirá elaborar distintos productos a través de este, tiene un potencial bastante alto a la elaboración de productos que brinden energía, gracias a su contenido de almidón, la composición y las propiedades funcionales que tenga la harina dependerá directamente de las condiciones del cultivo, por lo general la harina se compone por un 85-95% de carbohidratos siendo el mayor carbohidrato presente el almidón con un 62-74% (Martínez *et al.*, 2019).

La harina como espesante funciona gracias al almidón presente en ellas, formando geles, mientras la proteína presente le dará una tonalidad traslucida al gel, la harina se dispersa normalmente en mantequilla, con el objetivo de ocupar espesante en diversas salsas y sopas, el roux y el beurre manié son ejemplos de esta práctica (Duarte-Casar, 2022).

Los cereales y los productos con un contenido alto de almidones, se transforman en harinas, almidones y en otros alimentos derivados de estos, convirtiéndose en un derivado para la producción de alimentos, cuya utilización se hace con fines de consumo humano o del consumo para el ganado, la harina de los tubérculos y los cereales se hace por un proceso previo de

deshidratado, intentando que a lo mucho contenga una humedad relativa de entre el 10 al 13% para terminar con una molienda del producto deshidratado (Ochoa, 2019).

### **Almidón**

El almidón es uno de los polisacáridos más importantes para el consumo humano lo encontramos principalmente en vegetales y es una de las principales fuentes de calorías en la alimentación; el almidón se compone por amilosa y amilopectina, dependerá del lugar de la cadena donde se encuentre situado estos polisacáridos serán la funcionalidad y las propiedades que tenga el producto elaborado con este producto, el contenido de almidón como de porcentaje de amilosa y amilopectina varían dependiendo de la fuente donde se obtengan, normalmente el almidón se ocupa como gelificante, estabilizante y emulgente lo cual le da relevancia en la industria de alimentos (Sánchez, 2021). Es considerado como un carbohidrato y por ello como una fuente de energía, en el caso de los tubérculos el contenido de almidón puede variar entre 60 y 90%, la relación de contenido de amilosa varía en porcentaje de amilopectina tabla 9 (Heredia, 2019).

**Tabla 9. Comparativa de amilosa y amilopectina en almidones de tubérculos**

<b>Fuente de almidón</b>	<b>Contenido de amilosa (%)</b>	<b>Contenido de amilopectina (%)</b>
Papa	20	80
Yuca	17	83
Malanga	24	76

Fuente: Heredia, 2019.

El almidón cuenta con propiedades de gelificación, en la presencia de calor los gránulos de almidón se hinchan y cambian su estructura a una semicristalina, a mayor temperatura una mejor formación del gel (Heredia, 2019).

### **Amilosa**

La amilosa (figura 3), es una molécula insoluble en agua, posee pocas ramificaciones, por la tendencia de la molécula de almidón para retraerse tiende a deteriorarse a corto plazo, esta molécula con relación a la amilopectina determinarán a un alimento a mayor contenido existirá un mayor deterioro; las características del almidón para la formación de geles y cambiar las moléculas de amilosa para convertirlas en amilopectina en soluciones o en el agua así como las propiedades funcionales que éstas otorgan (Sanchez, 2021).

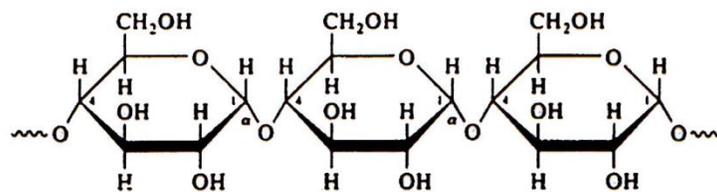


FIGURA 3. MOLÉCULA DE LA AMILOSA (SÁNCHEZ, 2021)

### La amilopectina

La amilopectina (figura 4), llega a constituir un 75% de los almidones existen otros que se conforman por completo de amilopectina a estos también se les conoce como cereos (Sánchez, 2021).

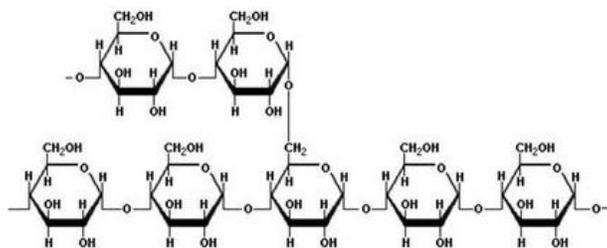


Figura 4. Segmento de una molécula de amilopectina (Heredia, 2019).

### Gelatinización del almidón

El almidón requiere de un cambio térmico de temperatura de 50 - 70°C dependiendo de la fuente de extracción o donde se obtenga este, cuando se calienta el almidón las moléculas del agua empiezan a penetrar los gránulos de almidón ocasionando un hinchamiento en estas, hasta estallar, liberando almidón líquido, una vez disueltas en el agua o líquido comenzaran a unirse

entre sí, formando una red tridimensional que atrapa el agua, ocasionando que el líquido no pueda fluir de manera normal; la industria de alimentos aprovecha este principio para incorporar el almidón en diversos productos como budines, crema pastelera, harinas entre otros (Duarte-Casar, 2022).

# METODOLOGÍA

## Diseño de investigación

El presente estudio es de tipo experimental, de nivel laboratorio, porque se manipularon ciertas variables en la formulación de la crema (ingredientes), manteniendo constante el uso de suero, mantequilla, roux y la cebolla, con el objetivo de obtener la mezcla óptima de ingredientes para una adecuada presentación de consistencia y sabor, así como de análisis cuantitativo, porque se determinó su composición nutrimental y el grado de aceptabilidad del producto terminado.

## Población

La población seleccionada para la evaluación sensorial del producto obtenido, fueron integrantes de la comunidad universitaria pertenecientes a las Facultades de Ciencias Odontológicas y Salud Pública y de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

## Muestra

Para la prueba sensorial se seleccionaron a 25 personas entre 18 y 40 años de edad pertenecientes a las Facultades de Ciencias Odontológicas y Salud Pública y de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

## Variables

**Tabla 10. Categorización de las variables**

<b>Variable independiente</b>	<b>Variable dependiente</b>
Cantidad y tipo de ingredientes	Pruebas microbiológicas
	Composición nutrimental
	Nivel de agrado

## Diseño experimental

En la tabla 11 se muestran las muestras que fueron sujetas a estudio de las cuales se seleccionaron 4 (marcadas en las columnas color verde), que fueron las que más le agrado a un público de 25 personas estas sopas seleccionadas se realizaron para el proyecto a las cuales se les hicieron las

pruebas microbiológicas, proximales y al finalizar una prueba más de análisis sensorial con el fin de identificar cuál de las 4 era la preferida entre los panelistas no entrenados.

**Tabla 11. Cantidad de ingredientes para las propuestas de las cremas**

Sabor	Champiñón			Hojas de rábano			Huitlacoche			Elote		
Muestra	302	023	230	055	600	500	720	827	278	461	146	641
Variante (g)	28.1	46.9	130	23.4	46.9	70.3	46.9	70.3	93.8	37.5	46.9	70.3
Lactosuero (ml)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Roux (g)	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
Cebolla (g)	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
Mantequilla (g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## Materiales y equipos utilizados

### Material biológico

Los materiales biológicos ocupados fueron la malanga obtenida en el mercado municipal de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México siendo trasladados al Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF), las cuales se lavaron con agua y jabón para eliminar cualquier posible residuo en el corno, descargando aquellas que contenían algún deterioro, se pelaron, trocearon y sumergieron en ácido cítrico (1%) con el fin de evitar el pardeamiento enzimático. La leche bronca fue obtenida en el municipio de Suchiapa, Chiapas, con posición geográfica: 16°37'46"N 93°5'30"O, a una altura de 460 sobre el nivel del mar, se trasladó y procesó para la obtención de suero en el LIDPF.

### Elaboración de cremas de malanga

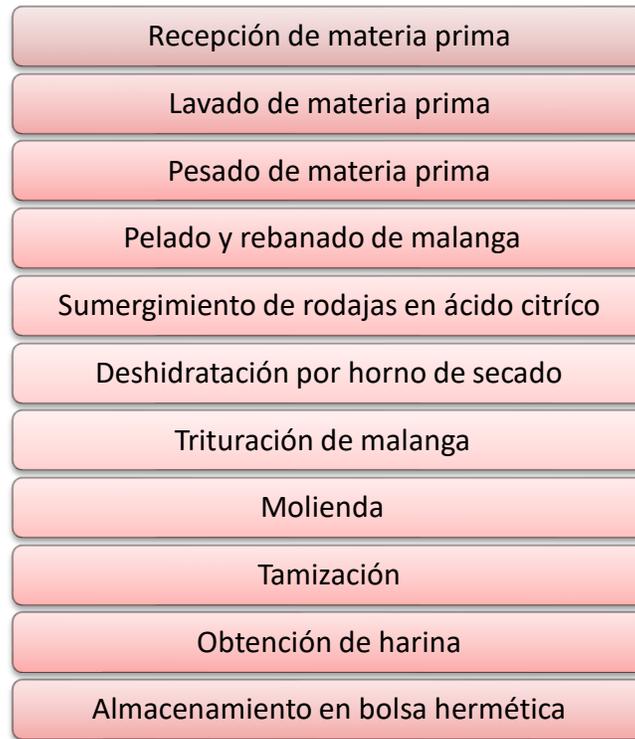
Para la elaboración de las sopas cremas realizadas se ocuparon los siguientes materiales, ingredientes equipos y reactivos tal como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12. Elaboración de cremas de malanga**

Ingredientes	Materiales	Equipos	Reactivos
Harina de malanga. Lactosuero. Mantequilla®. Sal®. Cebolla. Elote. Huitlacoche. Champiñón. Hojas de rábano.	Tabla acrílica para picar. Pelador. (Victorinox®) Cuchillo de acero inoxidable (pastor alemán®). Licuadora. Platos. Ollas. Charola. Tamiz abertura 250 micrones. (MONT INOX®) Tamiz abertura 177 micrones. (MONT INOX®) Espátula. Pala de madera. Sartén. Agitadores de cristal. Cucharas. Papel film. Aluminio.	Horno de secado (VC111, venticell®). Estufa Lactoscan® (Modelo LAW-CB-025178, milkotronik ltd, Bulgaria). Balanza analítica. Molino.	Ácido cítrico (MEYER®). Cloruro de calcio (MEYER®). Cuajo (CUAMEX®)

**Procedimiento para la elaboración de harina de malanga**

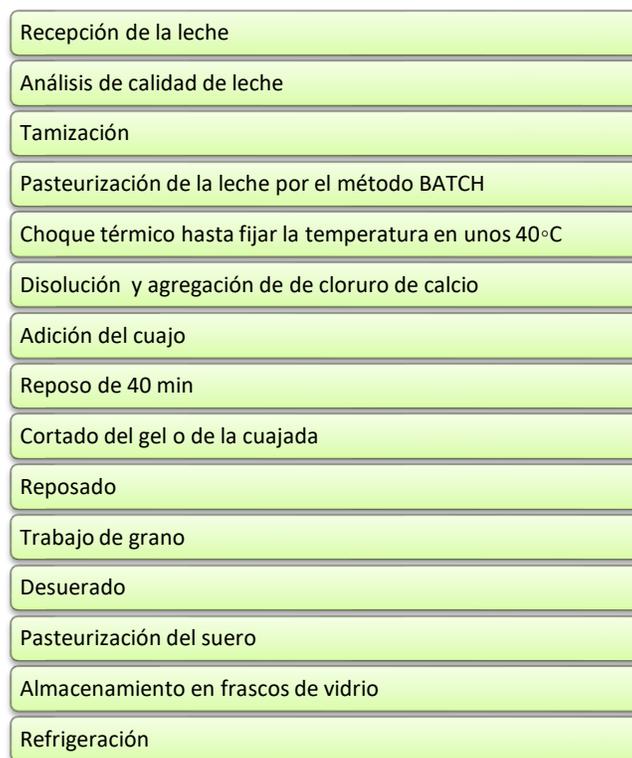
Para la obtención de harina de malanga (tabla 13), se compraron cormos de malanga frescos con un buen tamaño, los cuales se lavaron para eliminar tierra o impurezas presentes en estos, con un pelador se le quitó la cáscara y se prosiguió a hacer rodajas con el resto del cormo, estas rodajas fueron sometidas a un tratamiento de ácido cítrico (1%), para evitar el pardeamiento enzimático en estas durante el secado por 7 horas, posteriormente se deshidrataron en un horno de secado (Venticell®) a  $80 \pm 1^\circ\text{C}$  por 3 horas, hasta eliminar la humedad, después se molieron, se tamizó en dos tamices uno de 250 mm y otro de 177 mm, con el fin de obtener un tamaño de partícula fina, una vez obtenida la harina se envaso en una bolsa de plástico con cierre hermético (Figura 5).



**FIGURA 5. DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MALANGA.**

#### **Procedimiento para la obtención de lactosuero**

Una vez llegada la leche al LIDPF se le realizó las pruebas de calidad comercial en un Lactoscan® (Modelo LAW-CB-025178, marca milkotronik ltd), previo al procesamiento de la leche (tabla 13), una vez pasando los parámetros se procedió a su tamización con el fin de eliminar cualquier impureza presente en la leche, se pasteurizó por el método BATCH también conocido como método por lote a  $62\pm 1^{\circ}\text{C}$  por treinta minutos, terminando de pasteurizar se realizó un choque térmico en agua fría hasta bajar la temperatura a  $40^{\circ}\text{C}$ , mientras baja la temperatura en el choque térmico, se preparó una solución de cloruro de calcio y el cuajo, se adicionó cuando llegó a la temperatura deseada, se agitó y dejó reposar la leche por 40 min hasta que se forme la cuajada, pasando los 40 minutos se cortó la cuajada, y dejó reposar 10 min antes de desuerar ( $\frac{2}{3}$ ), se filtró y pasteurizó por el método BATCH para envasarse previo a su utilización (Figura 6).



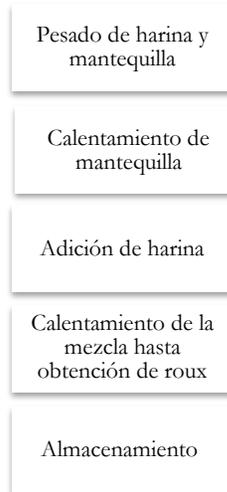
**FIGURA 6. DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LACTOSUERO.**

### **Procedimiento para la preparación de roux**

Se pesaron por partes iguales, la mantequilla y harina de malanga, por cada litro de lactosuero se agregaron 50 g de mantequilla y 50 g de harina. Primeramente, se agrega la mantequilla a un sartén, se calienta a fuego bajo hasta que esta quede totalmente líquida, cuando genere burbujas, agregar la harina y mover por 5 min o hasta que esta esté totalmente incorporada la mezcla (tabla 13), una vez tibia vaciar a un recipiente, si se ocupa menos de la cantidad establecida este sobrante se refrigerara (Figura 7).

**Tabla 13. Elaboración de roux.**

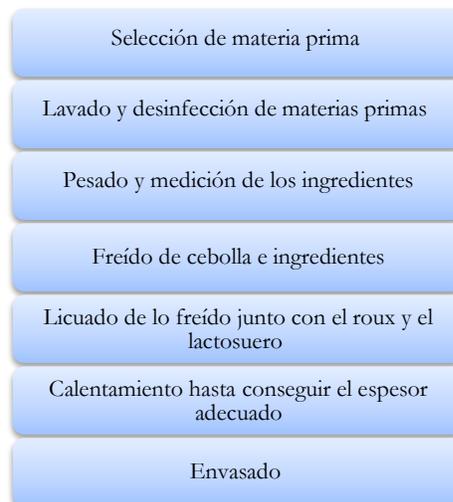
<b>Harina de malanga</b>	150 g
<b>Mantequilla</b>	150 g
<b>roux resultante</b>	250.3 g



**FIGURA 7. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE ROUX.**

**Procedimiento para la elaboración de sopa crema**

En un inicio se seleccionan las hojas de rábanos que no tengan plagas o que estén amarillentas, posteriormente, se desinfectan con Microdyn®. El elote desgranado y se lavó con agua pura, de igual manera el champiñón y el huitlacoche. El elote se coció a ebullición, las otras se sofrieron junto a la cebolla, después se licuaron con la roux y el suero de leche, conforme a lo establecido en la tabla 15, se calentó, sin dejar hervir hasta conseguir que espese sin dejar de mover (Figura 8).



**FIGURA 8. DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE SOPA CREMA.**

## **EVALUACIÓN SENSORIAL**

Para la evaluación sensorial, se elaboró una prueba previa de las cuales se escogieron 4 de ellas, para determinar las pruebas con mayor nivel de agradó, de las cuales fueron seleccionadas las muestras 055, 230, 847 y 641 (tabla 11), aparte de tener lactosuero y harina de malanga se les agregó, hojas de rábano, champiñones, huitlacoche y elote respectivamente, para finalizar se evaluó sensorialmente en una escala hedónica verbal numérica con 25 jueces no entrenados, la prueba consistió en probar las distintas muestras, cada una contando con un código específico, donde el juez podrá indicar con una escala de intervalos del 1 – 9 (tabla 16) su nivel de agradó o aceptabilidad (anexo 1-3).

## **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se realizó a 4 muestras por duplicado, mediante vaciado en placa, realizando diluciones, se siguieron las indicaciones del fabricante, para la determinación de microorganismos de mesófilos aerobios y coliformes totales, se consideraron los preparativos conforme a las NOM-111-SSA1-1994 Y NOM-113-SSA1-1994 correspondientes a las pruebas realizadas, los resultados se presentaron en las tablas 21 y 22 conforme a lo establecido en la NOM-092-SSA1-1994 (anexos 6 y 7).

## **ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

Se determinó la humedad, cenizas, fibra, grasa cruda, proteína cruda por método micro kjeldahl, mediante los métodos establecidos por el AOAC publicado en el año 1990 (Anexo 3). Todos los análisis se realizaron por triplicado (anexos 8–13).

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Los resultados se presentan a través de estadística descriptiva (tablas y figuras). Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron mediante ji-cuadrado y el químico proximal a través de análisis de varianza de una vía ( $p < 0.05$ ).

## PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla 14, se muestra el rendimiento porcentual de la optimización de la harina de malanga después del secado por horno de secado, el rendimiento es del 21.64% ya que el cormo contiene una buena cantidad de agua el rendimiento es poco.

**Tabla 14. Rendimiento de harina obtenida.**

Peso total de la malanga s/cáscara	Peso de cáscara de la malanga	Peso de la harina de malanga	Peso del residuo de la harina de malanga	Rendimiento
3067.6 g	4.2 g	663.8 g	52.2 g	21.64%

Los parámetros de calidad de la leche son importantes cuando se busca obtener un producto lácteo e incluso cuando se busca la obtención del suero, ya que a partir de esta se consigue el suero es indispensable que no tenga una temperatura mayor a 30°C pues permite mayor desarrollo de microorganismos, es de importancia ya que esta nos permitirá saber que esta no venga adulterada en la tabla 15 se muestran los parámetros de la leche que se procesó para la obtención de suero la cual no contiene nada de agua agregada, además de contener una buena cantidad de grasa, la grasa es un factor importante durante la fabricación de queso ya que esta le brinda aroma y color característicos de los quesos.

**Tabla 15. Parámetros de calidad comercial de la leche obtenidos por Lactoscan.**

Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Temperatura	29.16°C	29°C	28.90°C
Grasa	5.32%	5.32 %	5.33 %
SNG	8.73%	8.63%	8.62%
Den.	28.67	28.28	28.22
Proteína	3.19%	3.15%	3.15%
lactosa	4.83	4.77	4.77
agua	0	0	0
Pcon	- 0.572	- 0.565	- 0.564
sales	0.71%	0.70%	0.70%
sólidos totales	14.05	13.95	13.95

### Análisis sensorial

En la tabla 16, se muestran los resultados de la evaluación sensorial realizada por jueces no entrenados. La muestra M055 se elaboró con hojas de rábano, la M230 con champiñones, la

M827 con huitlacoche y M641 con granos de elote; las cuatro muestras contienen suero de leche y malanga.

**Tabla 16. Resultados globales de la evaluación sensorial de las distintas sopas cremas realizadas por atributos.**

NIVEL DE AGRADO	COLOR				OLOR				SABOR				ACEPTABILIDAD GENERAL			
	M055	M230	M827	M641	M055	M230	M827	M641	M055	M230	M827	M641	M055	M230	M827	M641
ME GUSTA MUCHÍSIMO	3	0	2	4	3	2	1	2	5	2	0	1	4	1	0	1
ME GUSTA MUCHO	5	4	1	4	7	3	2	3	5	1	2	4	6	2	1	6
ME GUSTA MODERADAMENTE	5	3	2	4	3	4	2	7	4	4	4	7	2	6	6	5
ME GUSTA LIGERAMENTE	7	4	5	9	5	6	6	7	3	6	3	2	5	3	5	3
NI ME GUSTA, NI ME DISGUSTA	4	7	6	2	6	6	8	5	3	3	4	9	5	3	4	8
ME DISGUSTA LIGERAMENTE	1	6	5	2	1	2	3	1	5	7	4	1	3	8	4	2
ME DISGUSTA MODERADAMENTE	0	0	2	0	0	1	3	0	0	1	4	1	0	2	4	0
ME DISGUSTA MUCHO	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0
ME DISGUSTA MUCHÍSIMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

En la tabla 17, se presenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial estos están agrupados como agrado (me gusta muchísimo hasta me gusta ligeramente), neutral (ni me gusta ni me disgusta) y desagrado (me disgusta ligeramente hasta me disgusta muchísimo), en el parámetro de color de las cuatro cremas, en estas se puede observar que las muestras 055 y 641 no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre ellas, pero si son diferentemente ( $p < 0.05$ ) superiores en agrado a las cremas 230 y 827, esto se debe a que el color presente en las sopas 055 y 641 son más fácilmente identificables entre los colores más habituales en este tipo de cremas.

**Tabla 17. Resultados y análisis estadístico del color de las distintas sopas cremas.**

Nivel de agrado	Color			
	O55	230	827	641
Agrado	20 <sup>a</sup>	11 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>	21 <sup>a</sup>
Neutral	4 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>
Desagrado	1 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa entre las cremas ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

En la tabla 18, se presenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial atribuida al olor de las cuatro cremas, en estas se puede observar que las muestras 055 y 641 no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre ellas, pero si son diferentemente ( $p < 0.05$ ) superiores en agrado a las cremas 230 y 827, así mismo las 230 y 827, son estadísticamente diferentes. Sin embargo, las cremas 055 y 641, mostraron mayor nivel de agrado que el resto.

**Tabla 18. Resultados y análisis estadístico del olor de las distintas sopas cremas.**

Nivel de agrado	Olor			
	055	230	827	641
Agrado	18 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	11 <sup>c</sup>	19 <sup>a</sup>
Neutral	6 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>	5 <sup>a</sup>
Desagrado	1 <sup>a</sup>	4 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa entre las cremas ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

En la tabla 19, se presenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial atribuida al sabor de las cuatro cremas, en estas se puede observar que la muestra 055 presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) y superior al resto, también se puede observar diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) superior entre la 230 y 827, pero no respecto a la 641. Siendo la muestra 055 la de mayor nivel de agrado respecto al sabor.

**Tabla 19. Resultados y análisis estadístico del sabor de las distintas sopas cremas.**

Nivel de agrado	Sabor			
	055	230	827	641
Agrado	17 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	9 <sup>c</sup>	14 <sup>b</sup>
Neutral	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>
Desagrado	5 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>	12 <sup>c</sup>	2 <sup>d</sup>

\*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa entre las cremas ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

La aceptabilidad general de las sopas cremas, se presenta en la tabla 20, donde podemos observar a las muestras 055 y 641, no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre sí, pero si son diferentes estadísticamente ( $p < 0.05$ ) a las cremas 230 y 827, siendo la de mayor agrado para los jueces la 055, mientras que la segunda más preferida por su buen olor y peculiar color es la 641, de las cuatro cremas elaboradas la menos agradable es la 827, debido al color oscuro que presenta, resultante de las setas ocupadas y el sabor fuerte proporcionado.

**Tabla 20. Resultados respecto a la aceptabilidad de las distintas sopas cremas realizadas.**

Nivel de agrado	ACEPTABILIDAD			
	055	230	827	641
Agrado	17 <sup>a</sup>	12 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>
Neutral	5 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>
Desagrado	3 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa entre las cremas ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

### **Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico realizado al producto, indicó la presencia de 0 UFC/g (unidades formadoras de colonias) coliformes totales, mohos y levaduras, los resultados se muestran en las tablas 21 y 22. Al no haber una normatividad mexicana específica para este producto, se consideró la NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias y decir que el conteo es negativo tomando en cuenta el punto 7.2.2 de esta. Es importante mencionar que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la normatividad, por lo que se indica como buenas prácticas de higiene e inocuidad en la elaboración de la crema.

**Tabla 21. Cálculo de valores de la cuenta en placa mohos y levaduras.**

Cálculo de los valores de la cuenta en placa				
Muestra	Colonias contadas			UFC/g o ml
	1:10	1:100	1:1000	
055	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
230	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
827	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
641	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	

Nota: tabla realizada conforme a la estipulación de la norma NOM-092-SSA1-1994.

La evaluación para identificar coliformes totales tubo resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la normatividad, por lo que se indica como buenas prácticas de higiene e inocuidad en la elaboración de la crema. Al no haber presencia de coliformes totales no es necesario realizar la evaluación de salmonella ya que esta es un coliforme.

**Tabla 22. Cálculo de valores de la cuenta en placa de coliformes totales.**

Cálculo de los valores de la cuenta en placa				
Muestra	Colonias contadas			UFC/g o ml
	1:10	1:100	1:1000	
055	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
230	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
827	0	0	0	< 10c
	0	0	0	
641	0	0	0	< 10c
	0	0	0	

Nota: no desarrollo de coliformes por ml.

### ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En la tabla 23, se encuentran los resultados del análisis químico proximal anexo 13, obtenido de las cuatro muestras, se puede observar un alto contenido de fibra, grasa y proteínas. Respecto a la fibra, tres de las cremas (055, 641 y 230) presentan mayor contenido que la muestra 847, el alto contenido de fibra en las cremas se debe a la presencia de malanga entre los ingredientes; el mismo comportamiento se observa en el contenido de proteínas, sin embargo la muestra 055, presenta estadísticamente ( $p < 0.05$ ) la mayor cantidad que el resto de las cremas, es importante mencionar que el uso de lactosuero, provee un considerable aporte de proteínas, específicamente del tipo de las albúminas. Adicionalmente, cabe destacar el aporte de antioxidantes y otros componentes bioactivos, provenientes del lactosuero y en la malanga, siendo importante para las personas que buscan el consumo de alimentos funcionales.

**Tabla 23. Resultados de análisis químico proximal.**

COMPONENTE	MUESTRA	ALIMENTO%
HUMEDAD	055	77.871±1.271
	641	80.133±0.091
	230	85.670±0.010
	847	85.532±0.154
CENIZA	055	7.825±0.024
	641	9.284±0.226
	230	14.944±0.060
	847	7.777±0.292
GRASA	055	21.185±0.276
	641	18.370±0.185
	230	16.453±0.607
	847	14.183±0.099
PROTEINAS	055	16.363±0.032
	641	10.406±0.325
	230	9.978±0.039
	847	11.367±0.271
FIBRA	055	10.547±0.133
	641	13.375±0.165
	230	9.454±0.430
	847	5.444±0.044
CARBOHIDRATOS	055	9.756±0.607
	641	9.648±0.098
	230	7.046±0.087
	847	8.859±0.104

La humedad en un alimento es de importancia, ya que esta llega a ser un índice de su capacidad para deteriorarse, ya que a mayor humedad mayor probabilidad hay de crecimiento microbiano: todos los alimentos sin importar su grado de secado contienen un poco de humedad, esto incluye a cereales y leguminosas (Vázquez *et al*, 2020).

El índice de humedad en las sopas varía esto se debe al porcentaje de ingredientes puestos en estas, así como el tiempo de calentamiento de estas, las muestras (641,230,847) presentan un mayor contenido de humedad entre en 80 - 86% respecto a la 055 realizada con hojas de rábano que presentó una humedad de 77%.

Las cenizas es el residuo inorgánico que queda por resultado de la calcinación de materia orgánica, el más común y utilizada en este trabajo es la determinación en seco, permitiendo cuantificar la cantidad de minerales presentes en el alimento (Pérez *et al*, 2023).

La muestra 230 elaborada con champiñones es la muestra con un mayor índice de presencia de minerales ( $14.944 \pm 0.060$ ), después siendo la muestra 641 realizada con elote ( $9.284 \pm 0.226$ ), mientras que las muestras 055 y 847 contienen una cantidad de ceniza bastante parecida mientras que la 055 contiene ( $7.825 \pm 0.024$ ), la 847 contiene ( $7.777 \pm 0.292$ ). en el trabajo de Aguilar (2019) nos menciona que los champiñones tienen un gran contenido de minerales, por ello la muestra 230 al tener un alto contenido de estos en el análisis de ceniza se ve reflejado un resultado muy alto en comparación a las otras muestras.

La determinación de grasa se ocupa para determinación de lípidos contenidos en una muestra, los lípidos tienen la principal función de suministrar energía al organismo, aportan 2.3 veces más kilo calorías que las proteínas y carbohidratos, estas pueden llegar a modificar el sabor y la textura, además de que el organismo acumula energía principalmente, almacenando los excesos de grasas que consume (Vázquez *et al*, 2020). Las cuatro muestras mostraron un alto contenido de grasa, mientras que la muestras 055 elaborada con hojas de rábano ( $21.185 \pm 0.276$ ) fue la que mayor contenido graso tuvo una diferencia significativa respecto a las muestras 641 ( $18.370 \pm 0.185$ ), 230 ( $16.453 \pm 0.607$ ) y 847 ( $14.183 \pm 0.099$ ). En comparación a la crema comercial comparada estas 4 tienen un índice bastante alto de grasa ya que la crema comercial tiene un índice de 0.0 g por cada 250 g mientras que la sopa crema dependiendo de esta llega a aportar

entre 21 a 14 g por cada 100 g en base seca, demostrando que en cualquiera de los casos esta tiene un mayor aporte graso en comparación con las demás.

Las proteínas tienen una importancia en las propiedades funcionales; según el tipo poseen distintas funciones, las principales son, función hormonal, estructural, defensiva y transporte de energía. Las proteínas son ampliamente utilizadas en la creación de alimentos debido a que pueden aportar propiedades tecnológicas, retención de agua, aumento de rendimiento, modificación de color o de textura, es tanta su importancia que son aisladas, concentradas y utilizadas como aditivos (Vega *et al*, 2020).

El aporte proteico y de las fibras provenientes del suero de leche y la malanga, respectivamente, proveen de consistencia, textura, palatabilidad y ayudan a mantener el olor y sabor en las sopas. El porcentaje de proteína presente en las sopas varía dependiendo del resto de los ingredientes ocupados, así como del aporte de sabor, en el caso de las sopas 055 elaborada con hojas de rábano contiene ( $16.363 \pm 0.032$ ), la 641 realizada con elote ( $10.406 \pm 0.325$ ), mientras que la 230 hecha con champiñones, presenta la cantidad más baja de proteínas ( $9.978 \pm 0.039$ ) y la 847 en la que se utilizó huitlacoche contiene ( $11.367 \pm 0.271$ ). En comparación a la crema comercial comparada estas 4 tienen un índice bastante alto de proteína ya que la crema comercial tiene un índice de 1.2 g por cada 250 g mientras que la sopa crema dependiendo de esta llega a aportar entre 16 a 9 g por cada 100 g en base seca, demostrando que en cualquiera de los casos esta tiene un mayor aporte de proteína en comparación con la muestra comercial.

La fibra es una sustancia insoluble nutrimentalmente no aporta nada, a excepción de cuando esta se fermenta en el tracto digestivo por medio de microorganismos La fibra dietaria es el nombre que se le da a la fracción de la fibra bruta que puede ser útil para los procesos digestivos del tracto humano como el almidón, los polisacáridos no celulósicos, la celulosa, la lignina, la hemicelulosa y sustancias pépticas (Ventura 2020). Las muestras 641 de elote ( $13.375 \pm 0.165$ ) la de hojas de rábano 055 ( $10.547 \pm 0.133$ ) y la de champiñón 230 ( $9.454 \pm 0.430$ ) tienen una diferencia con respecto a la fibra presente en cada uno de ellos, pero entre las tres muestras presentan una diferencia significativa respecto a la muestra 847 elaborada con huitlacoche ( $5.444 \pm 0.044$ ). Las muestras de las cremas realizadas varían en proporción de fibra desde los 13

hasta los 5 g por cada 100 g de muestra comparado con la muestra comercial que aporta 0.8 g por cada 250 g podemos decir que cualquiera de las 4 sopas es superior en el aporte de fibra a una crema comercial común

Los carbohidratos abarcan un gran número de compuestos que van desde los azúcares simples mono y disacáridos como la glucosa y la sacarosa, hasta los más complejos como el almidón y la celulosa. Los carbohidratos son compuestos con características fuertemente polares, solubles en agua con algunas excepciones (polisacáridos), es por esto por lo que su análisis se realiza generalmente en medio acuoso (Ventura 2020). Las muestras de hojas de rábano 055 ( $9.756 \pm 0.607$ ), elote 641 ( $9.648 \pm 0.098$ ) y huitlacoche 847 ( $8.859 \pm 0.104$ ) tienen una diferencia significativa de carbohidratos con respecto a la sopa crema de champiñón 230 ( $7.046 \pm 0.087$ ). podemos decir que las cremas realizadas tienen un menor aporte de carbohidratos a comparación de la comercial estas tienen un aporte de 9 a 7 g mientras que la comercial por porción nos aporta 12 g

## CONCLUSIÓN

Los cormos de malanga son una fuente viable de obtención de harina, la cual funciona de buena manera como espesante ya que la harina cuenta con una buena retención de agua, además de ser una excelente fuente de fibra, al incorporar en la elaboración del roux permitió que la crema tuviera una mejor consistencia, además de contener componentes fenólicos que ayudan a retrasar la oxidación de las células.

El Lactosuero es rico en nutrientes principalmente en proteínas, el cual se puede ocupar para la preparación de otros productos como en este caso la sopa crema que en este caso es la principal base ya que se sustituye por la leche o agua que contenga esta.

Se elaboró una sopa crema con el fin de tener aceptación en el consumo de Lactosuero y malanga el cual se consiguió ya que dichas sopas tuvieron una buena aceptación, el gusto fue variable dependiendo del ingrediente que le brindaba más sabor, aun así, se puede decir que el resultado es el óptimo, estas cremas aportan un buen aporte nutricional y propiedades funcionales, en comparación al consumo de algunas sopas comerciales, de las cuatro cremas realizadas podemos resaltar el gusto sobre la elaborada con hojas de rábano (muestra 055) ya que tiene un sabor mas neutro perfecta para combinarla con otros alimentos y casi de igual forma estadísticamente hablando como se muestran en las tablas 17, 18, 19 y 20 no hay gran diferencia con la de elote (muestra 641)

En el análisis proximal se muestra la presencia de minerales, fibra, proteína y grasa que son benéficas para el desarrollo humano, Las pruebas microbiológicas en este producto salieron ausentes de microorganismo por lo cual se comprueba su inocuidad siendo apto para su consumo, y las pruebas sensoriales arrojaron que les gusta el sabor de estas sopas cremas a pesar del cambio de ingredientes.

## **PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES**

### **A LAS AUTORIDADES LOCALES**

Difundir la importancia y los beneficios del Lactosuero y la malanga, así como incentivar a los productores a sembrar más el cultivo de la malanga con el fin de aumentar la disponibilidad de esta y así promover una mejor opción nutricional a la población.

### **A LA FACULTA**

A incentivar a los alumnos a seguir investigando acerca de los productos y beneficios que aportan los productos realizados con malanga, lactosuero o la combinación de ambos, promoviendo la investigación y desarrollo de productos funcionales.

### **POBLACIÓN EN GENERAL.**

Aprovechar los productos que tenemos a nuestra disposición y aprovecharlos para el consumo general en los platillos, o en la elaboración de productos para venta local o exportaciones a partir de productos de Lactosuero y malanga.

### **A MI PROPIA INVESTIGACIÓN**

Por la característica de la misma crema es posible hacerla en una presentación en polvo lista para adicionar agua y calentar, así mismo en la presentación de la que se trabajó en esta tesis se le pueden agregar, resaltadores de sabor, así como gomas alimentarias con el fin de obtener una mayor cantidad de producto en la elaboración y así tener presentaciones más pequeñas.

## REFERENCIAS DOCUMENTALES

ARANO ÁVALOS, Samantha, et al. Optimización en la micropropagación de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) utilizando biorreactores de inmersión temporal. 2019. Tesis de Maestría.

CERRUFFO CALUNIA, Sheyla Alejandra; JIMÉNEZ MADRID, Gabriela Solange. Propuesta de plan de exportación de malanga a Reino Unido. 2022. Tesis de Licenciatura. Guayaquil: ULVR, 2022.

BONILLA BAUTISTA, Braulio Antonio; RIVERA GADVAY, Luis Daniel. Aprovechamiento de la Malanga (*Colocasia esculenta*) para la obtención de una bebida fermentada y aplicación en la gastronomía. 2021. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.

DE COCCIÓN, EFECTO DE LAS TEMPERATURAS; DE MALANGA, ALMIDÓN. FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS.

DUARTE-CASAR, Rodrigo. Gelatinización: Más de lo que Parece. Revista de Gastronomía y Cocina, 2022, vol. 1, no 1.

HEREDIA JARA, Daniel Alejandro; PULGAR ASTUDILLO, Lesslie Jokaasta. Comparación de dos métodos de extracción de almidón de *Colocasia esculenta* (Malanga blanca) para la obtención de un polímero biodegradable. 2019. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

HERRERA, Jorge Martínez; HERNÁNDEZ, Rufo Sánchez; REYES, Rodimiro Ramos. Potential areas for taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) cultivation in Tabasco, Mexico: Zoning of Malanga in Tabasco, Mexico. Agro Productividad, 2022.

LEÓN ESPINOSA, Iver Jesús. Elaboración de confitería japonesa a partir de ingredientes chiapanecos. 2022.

MARCILLO MOLINA, Raissa Lisette; VILLAVICENCIO CEDEÑO, Mayra Maricela. Efectos de una biopelícula con aceites esenciales de naranja y eucalipto en el crecimiento de hongos de la malanga de exportación. 2021. Tesis de Maestría. Calceta: ESPAM MFL.

MARTÍNEZ HERRERA, Jorge. Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria, 2018.

MURILLO CORONEL, Jonathan Manuel. Manejo integrado de *Pythium myriotylum* en el cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*). 2022. Tesis de Licenciatura. BABAHOYO: UTB, 2022.

MURILLO, Carlos Rene Flores; PAZMIÑO, Magaly Elizabeth Peñafiel; LÓPEZ, Alida Vallejo. La Malanga (*Colocasia Esculenta*) y su efecto en la colesterolemia. Propuesta de galletas hipocolesterolemicas. RECIAMUC, 2021, vol. 5, no 2, p. 327-335.

OCHOA ESPINOSA, Yesenia De Jesús. Evaluación microbiana y nutricional de cormos de malanga para su Aprovechamiento. 2019.

REYES, Ismalej; MISHEL, Linda Liliana. Galleta a base de Harina de Malanga. 2022. Tesis Doctoral.

RODRÍGUEZ OLIVO, Génesis Tatiana. Producción y comercialización de malanga (*Colocasia esculenta*) en el Ecuador. 2023. Tesis de Licenciatura. BABAHOYO: UTB, 2023.

SÁNCHEZ HIDALGO, Karla Monserrath. Identificación de la concentración óptima de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) en la producción de un biopolímero. 2021.

Vela-Gutiérrez, G., Velázquez López, AA, Tacias Pascacio, VG et al. Efecto del tratamiento térmico sobre los niveles de oxalato y ácido cianhídrico de cormos de malanga de dos cultivares (*Xanthosoma sagittifolium* y *Colocasia esculenta*) en un modelo murino. *J Food Sci Technol* 59, 220–227 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05004-9>

VILLANUEVA DE LA CRUZ, Noemí, et al. Sistema de trazabilidad en la cadena de suministro de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) en Veracruz, México. 2019. Tesis de Maestría.

VIVEROS, Efrain Calleja, et al. Desarrollo de un puré instantáneo a base de malanga. *uvserva*, 2021, no 11, p. 146-156

## ANEXOS

### ANEXO 1. PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO (ACEPTABILIDAD)



Universidad de ciencias y artes de Chiapas  
Facultad de ciencias de la nutrición y alimentos  
Licenciatura en ciencia y tecnología de alimentos



Universidad de Ciencias  
y Artes de Chiapas

### ESCALA HEDÓNICA VERBAL

Género: (F) (M)      Edad: \_\_\_\_\_      Fecha: \_\_\_\_\_

Frente a usted hay cuatro muestras de sopa crema. Pruebe de izquierda a derecha observe y pruebe cada una de las cremas que se presentan en los recipientes, comience a evaluar cada una en orden, cada muestra tiene un código asignado a sí mismo que se presenta en la boleta, indique el nivel de agrado o desagrado en cada muestra seleccionando un puntaje de la TABLA 1 y evalúe en la TABLA 2. Antes de continuar con la siguiente muestra enjuáguese la boca.

**TABLA 1. Puntuaciones propuestas.**

Puntaje	Descripción
9	Extremadamente agradable
8	Muy agradable
7	Bastante agradable
6	Agradable
5	Ni me agrada, ni me desagrada
4	Desagradable
3	Bastante desagradable
2	Muy desagradable
1	Extremadamente desagradable

**TABLA 2. Atributos de la crema.**

Atributo	Crema 55	Crema 230	Crema 827	Crema 641
Color				
Olor				
Sabor				
Aceptabilidad general				

Comentarios

¡Gracias por su colaboración!

## ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE PRUEBA SENSORIAL



Figura 9. Evaluación sensorial a estudiantes.



Figura 10. evaluación sensorial realizada por estudiantes y maestros.

# ANEXO 3. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.

24/11/2023 02:08:09 p.m.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

## COLOR

### Chi-Square Test: M 055, M 230, M 827, M 641

Skipping rows and/or columns filled with zeros.

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	M 055	M 230	M 827	M 641	Total
1	3	0	2	4	9
	2.25	2.25	2.25	2.25	
	0.250	2.250	0.028	1.361	
2	5	4	1	4	14
	3.50	3.50	3.50	3.50	
	0.643	0.071	1.786	0.071	
3	5	3	2	4	14
	3.50	3.50	3.50	3.50	
	0.643	0.071	0.643	0.071	
4	7	4	5	9	25
	6.25	6.25	6.25	6.25	
	0.090	0.810	0.250	1.210	
5	4	7	6	2	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	0.118	1.066	0.329	1.592	
6	1	6	5	2	14
	3.50	3.50	3.50	3.50	
	1.786	1.786	0.643	0.643	
7	0	0	2	0	2
	0.50	0.50	0.50	0.50	
	0.500	0.500	4.500	0.500	
8	0	1	2	0	3
	0.75	0.75	0.75	0.75	
	0.750	0.083	2.083	0.750	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 27.878, DF = 21

WARNING: 8 cells with expected counts less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

28 cells with expected counts less than 5.

**OLOR**  
**Chi-Square Test: M 055, M 230, M 827, M 641**

Skipping rows and/or columns filled with zeros.

Expected counts are printed below observed counts  
 Chi-Square contributions are printed below expected counts

	M 055	M 230	M 827	M 641	Total
1	3	2	1	2	8
	2.00	2.00	2.00	2.00	
	0.500	0.000	0.500	0.000	
2	7	3	2	3	15
	3.75	3.75	3.75	3.75	
	2.817	0.150	0.817	0.150	
3	3	4	2	7	16
	4.00	4.00	4.00	4.00	
	0.250	0.000	1.000	2.250	
4	5	6	6	7	24
	6.00	6.00	6.00	6.00	
	0.167	0.000	0.000	0.167	
5	6	6	8	5	25
	6.25	6.25	6.25	6.25	
	0.010	0.010	0.490	0.250	
6	1	2	3	1	7
	1.75	1.75	1.75	1.75	
	0.321	0.036	0.893	0.321	
7	0	1	3	0	4
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.000	0.000	4.000	1.000	
8	0	1	0	0	1
	0.25	0.25	0.25	0.25	
	0.250	2.250	0.250	0.250	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 20.098, DF = 21

WARNING: 4 cells with expected counts less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

24 cells with expected counts less than 5.

**SABOR**

**Chi-Square Test: M 055, M 230, M 827, M 641**

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	M 055	M 230	M 827	M 641	Total
1	5	2	0	1	8
	2.00	2.00	2.00	2.00	
	4.500	0.000	2.000	0.500	
2	5	1	2	4	12
	3.00	3.00	3.00	3.00	
	1.333	1.333	0.333	0.333	
3	4	4	4	7	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	0.118	0.118	0.118	1.066	
4	3	6	3	2	14
	3.50	3.50	3.50	3.50	
	0.071	1.786	0.071	0.643	
5	3	3	4	9	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	0.645	0.645	0.118	3.803	
6	5	7	4	1	17
	4.25	4.25	4.25	4.25	
	0.132	1.779	0.015	2.485	
7	0	1	4	1	6
	1.50	1.50	1.50	1.50	
	1.500	0.167	4.167	0.167	
8	0	1	3	0	4
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	1.000	0.000	4.000	1.000	
9	0	0	1	0	1
	0.25	0.25	0.25	0.25	
	0.250	0.250	2.250	0.250	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 38.948, DF = 24

WARNING: 4 cells with expected counts less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

36 cells with expected counts less than 5.

## ACEPTABILIDAD

### Chi-Square Test: M 055, M 230, M 827, M 641

Skipping rows and/or columns filled with zeros.

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	M 055	M 230	M 827	M 641	Total
1	4	1	0	1	6
	1.50	1.50	1.50	1.50	
	4.167	0.167	1.500	0.167	
2	6	2	1	6	15
	3.75	3.75	3.75	3.75	
	1.350	0.817	2.017	1.350	
3	2	6	6	5	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	1.592	0.329	0.329	0.013	
4	5	3	5	3	16
	4.00	4.00	4.00	4.00	
	0.250	0.250	0.250	0.250	
5	5	3	4	8	20
	5.00	5.00	5.00	5.00	
	0.000	0.800	0.200	1.800	
6	3	8	4	2	17
	4.25	4.25	4.25	4.25	
	0.368	3.309	0.015	1.191	
7	0	2	4	0	6
	1.50	1.50	1.50	1.50	
	1.500	0.167	4.167	1.500	
8	0	0	1	0	1
	0.25	0.25	0.25	0.25	
	0.250	0.250	2.250	0.250	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 32.812, DF = 21

WARNING: 4 cells with expected counts less than 1. Chi-Square approximation probably invalid.

28 cells with expected counts less than 5.

### Chi-Square Color Test: 230, 827, 641

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	230	827	641	Total
1	11	10	21	42
	14.00	14.00	14.00	
	0.643	1.143	3.500	
2	7	6	2	15
	5.00	5.00	5.00	
	0.800	0.200	1.800	
3	7	9	2	18
	6.00	6.00	6.00	
	0.167	1.500	2.667	
Total	25	25	25	75

Chi-Sq = 12.419, DF = 4, P-Value = 0.014

### Chi-Square Olor Test: 055, 230, 827, 641

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	055	230	827	641	Total
1	18	15	11	19	63
	15.75	15.75	15.75	15.75	
	0.321	0.036	1.433	0.671	
2	6	6	8	5	25
	6.25	6.25	6.25	6.25	
	0.010	0.010	0.490	0.250	
3	1	4	6	1	12
	3.00	3.00	3.00	3.00	
	1.333	0.333	3.000	1.333	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 9.220, DF = 6, P-Value = 0.162  
4 cells with expected counts less than 5.

### Chi-Square Sabor Test: O55, 230, 827, 641

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	O55	230	827	641	Total
1	17	13	9	14	53
	13.25	13.25	13.25	13.25	
	1.061	0.005	1.363	0.042	
2	3	3	4	9	19
	4.75	4.75	4.75	4.75	
	0.645	0.645	0.118	3.803	
3	5	9	12	2	28
	7.00	7.00	7.00	7.00	
	0.571	0.571	3.571	3.571	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 15.968, DF = 6, P-Value = 0.014  
4 cells with expected counts less than 5.

### Chi-Square Aceptabilidad Test: O55, 230, 827, 641

Expected counts are printed below observed counts  
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	O55	230	827	641	Total
1	17	12	12	15	56
	14.00	14.00	14.00	14.00	
	0.643	0.286	0.286	0.071	
2	5	3	4	8	20
	5.00	5.00	5.00	5.00	
	0.000	0.800	0.200	1.800	
3	3	10	9	2	24
	6.00	6.00	6.00	6.00	
	1.500	2.667	1.500	2.667	
Total	25	25	25	25	100

Chi-Sq = 12.419, DF = 6, P-Value = 0.05

## ANEXO 4. SECUENCIA DE LA ELABORACIÓN DE LA SOPA

### CREMA



FIGURA 11. SELECCIÓN DE INGREDIENTES.



FIGURA 12. PESADO DE INGREDIENTES.



FIGURA 13. ELABORACIÓN DE SOPA CREMA.



FIGURA 14. ENVASADO DE SOPA CREMA.

## ANEXO 5. SECUENCIA DE LA OBTENCIÓN DE LACTOSUERO



FIGURA 15. TAMIZACIÓN DE LECHE.



FIGURA16. PASTEURIZACIÓN.



FIGURA17. CHOQUE TÉRMICO.



FIGURA18. MEDICIÓN DE CUAJO.



FIGURA19. PESADO DE CLORURO DE CALCIO



FIGURA 20. DISOLUCIÓN DE CUAJO Y CLORURO.



**FIGURA 21. CORTE DE CUAJADA.**



**FIGURA 22. REPOSO.**



**FIGURA 23. DESUERADO**



**FIGURA 24. PASTEURIZACIÓN DE SUERO.**



**FIGURA 25. ALMACENAMIENTO EN FRASCOS.**

## ANEXO 6. SECUENCIA DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.



FIGURA 26. PESADO DE MEDIOS.



FIGURA 27. PREPARACION DE ACIDO.



FIGURA 28. SIEMBRA.



FIGURA 29. INOCULACIÓN.

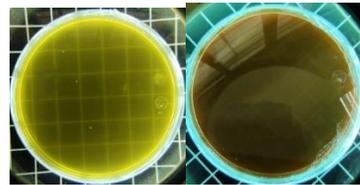


FIGURA 30. PLACAS TESTIGO.



FIGURA 31. CUENTA FINAL DE PLACAS DE COLIFORMES TOTALES.

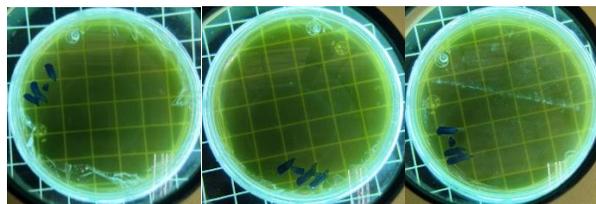


FIGURA 32. CUENTA FINAL DE PLACAS DE MOHOS Y LEVADURAS.

## ANEXO 7. MANUAL PARA ELABORACIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Materiales	Equipos	Sustancias
Cuchillo, bisturí o tijera Papel aluminio Crisoles Pinza para Crisol Cajas petri Desecador	Parrilla eléctrica Mufla eléctrica con indicador de temperatura Estufa de secado con control de temperatura Balanza Analítica Termómetro	<i>Material biológico:</i> 50 g de alimento (Dependiendo del tipo de alimentos, ejemplo sin son hojas deberán traer más de 200 g)

Procedimiento:

*Práctica 1: Determinación de humedad (por duplicado o triplicado)*

Elabore 3 charolas rectangulares de 4 x 5 x 1cm con papel aluminio (marque en cada charola alguna señal que la identifique) o en su caso tres tapas de caja petri numeradas.

Coloque las charolas o tapas de caja petri en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C, hasta obtener el peso constante (Po), aproximadamente 12 horas. Al llegar a peso constante las charolas o tapas de caja petri deben pasarlas de la estufa al desecador CON CUIDADO y esperar que se enfríen para pesar en la balanza analítica. Deberán registrar el peso considerando cuatro dígitos después del punto decimal.

Distribuya, aproximadamente 5 g de muestra (Pm) previamente triturada en el interior de la charola de aluminio o mitad de caja petri (peso constante) y extender el producto para que ocupe la mayor superficie posible.

Introduzca la charola o tapa de caja petri con la muestra (sin tocarla con las manos, con ayuda de la pinza para crisol) en la estufa de secado. Dejar eliminar el agua de la muestra a una temperatura entre a 50 a 65°C durante 12 a 24 horas (hasta obtener el peso constante).

Nota: También se puede evaporar el agua a 100 °C por 2 a 5 horas.

Retire la charola o tapa de caja petri con la muestra deshidratada de la estufa, colocarla en el desecador, espere a que se enfríe la muestra (2 a 3 minutos) y pese (P1).

Calcule el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

Cálculos

$$\%Hum = \left[ \frac{Pm - (P1 - Po)}{Pm} \right] \times 100$$

$$\%Muestraseca = 100 - \%Humedad$$

## DETERMINACIÓN DE CENIZAS (POR DUPLICADO O TRIPLICADO)

Limpie bien 3 crisoles y rotule (número de identificación) en la BASE CON LÁPIZ.

Ponerlos a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C.

Saque los crisoles cuidadosamente de la estufa con la ayuda de la pinza para crisol (no tocarlos) y póngalos en la estufa de secado por 12 horas, sacar de la estufa y colocarlos en el desecador (5 a 10 minutos).

Después de enfriar en el desecador los crisoles deberán ser pesados (Po).

Colocar de 5 g de muestra molida (Pm) en cada crisol.

Carbonizar sobre la parrilla de calentamiento hasta que deje de liberar humo, CUIDANDO QUE NO SE INCENDIE, pues puede haber pérdida de peso por “proyecciones de la muestra”. Tomar la muestra carbonizada utilizando la pinza para crisol e incinerar en la mufla a una temperatura entre 550 a 600°C.

Mantenga la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquieran un color BLANCO a GRIS-BLANCO (aproximadamente de 2 a 3 horas, en el caso de algunos cereales el tiempo puede llegar a ser mayor)

Retirar los crisoles de la mufla con la pinza con MUCHO CUIDADO, colocarlos en la estufa de secado (10ª 15 minutos), sacar y colocar en el desecador hasta que enfríen (5 a 10 minutos). Pese los crisoles (Pf), sin tocarlos con las manos.

*Cálculos*

$$\%Cen(BS) = \left[ \frac{(Pf - Po)}{Pm} \right] \times 100$$

Práctica 3. Extracción de grasa cruda.

Materiales	Equipos	Sustancias
Matraz bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 ml Pinza para crisol Papel filtro o cartuchos de celulosa desecador Perlas de vidrio Algodón Vaso de precipitado de 250 ml Embudo de cuello corto o largo	Equipo de extracción Soxhlet (solicitar únicamente la trampa y refrigerante si fuera necesario) Balanza Analítica Estufa	Hexano  <i>Material biológico:</i> El que previamente fue secado (utilizado en la practica 1).

Procedimiento:

*Preparativo A.*

Se recomienda realizar este paso un día antes de la practica

Colocar 2 o 3 matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 oC, hasta llegar al peso constante (Po), aproximadamente 6 a 8 horas.

*El día del procedimiento.*

Pesar 5 g de muestra seca ( $P_m$ ) dentro del cartucho dentro del cartucho de celulosa, teniendo cuidado de no tirar muestra dentro de la balanza analítica. Colocar un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire la muestra.

Depositar el cartucho con su contenido (muestra seca) en la cámara o trampa del extractor

Añadir de 2 a 3 sifonadas de hexano la cámara o trampa del extractor.

Embonar el refrigerante y cerciorarse que las mangueras de agua estén conectadas correctamente, y así mismo que no hayan fugas.

Abrir la llave de agua verificando que el agua fluya por el refrigerante y encender la fuente de calor.

Extraer por 12 a 16 horas la grasa de la muestra (según indicación del maestro, cuidar que haya paso de agua y hexano suficiente), dependiendo del contenido de grasa de la muestra.

*Después de la extracción*

Retirar el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar el hexano. Guardar para ocupar la muestra desengrasada en las posteriores pruebas.

Destilar el hexano sucio. Para llevar a cabo este paso el equipo de extracción no deberá ser desmontado, solicitar ayuda al docente para indicaciones.

Colocar en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporado el solvente. Pesar ( $P_f$ ).

Cálculos:

$$\% \text{Extracto Etéreo (BS)} = \left[ \frac{(P_f - P_o)}{P_m} \right] \times 100$$

### Determinación de proteína cruda.

Materiales	Equipos	Sustancias
<p><i>Parte A. Digestión de la muestra</i>                      Matraz Micro-Kjeldahl de 30 mL.                      Pipetas graduadas                      Espátula</p> <p><i>Parte B. Destilación</i>                      Equipo de destilación: Matraz de destilación, refrigerante, pinzas de 3 dedos, soporte universal, mechero, tripie, malla de asbesto y mangueras.                      Probeta de 100 ml                      Pipetas graduadas de 10 ml</p> <p><i>Parte C. Titulación:</i>                      Soporte universal, Pinza para bureta, Bureta de 25 ml, Matraz erlenmeyer de 100 ml, Pipeta volumétrica de 10 ml</p> <p><i>Parte D. Valoración del ácido clorhídrico</i>                      Pipeta volumétrica de 10 ml                      Matraces erlenmeyer de 100 ml                      Espátula, Equipo de titulación</p>	Campana de extracción Balanza analítica Digestor Micro-Kjeldahl	<p><i>Reactivos digestión:</i> Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, catalizador micro-kjeldahl, papel arroz.</p> <p><i>Reactivo destilación:</i> Solución de Sosa-Tiosulfato, Ácido Bórico al 5%, agua destilada, indicador micro-kjeldahl.</p> <p><i>Reactivo titulación:</i> Ácido clorhídrico 0.05 y 0.1 N</p>

Preparación de reactivos:

A. Catalizador Micro-kejdahl: Mezclar 1.9 g de  $K_2SO_4$  (Sulfato de potasio libre de nitrógeno)+ 40 mg de HgO Óxido de Mercurio rojo.

B. Indicador Micro-kejdahl: Solución rojo de metilo-Verde de bromocresol

B.1 Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2 % (p/v)

B.2 Solución alcohólica de verde de bromocresol al 0.2 % (p/v)

Solución B.1

Pesar 0.02 g de rojo de metilo y disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar a 10 ml con etanol

Solución B.2

Pesar 0.1 g de verde de bromocresol disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar con 50 ml de etanol

Mezclar las soluciones B.1 y B.2, guardar en goteros de color ambar.

C. Solución sosa-tiosulfato de sodio:

Disolver 60 g de hidróxido de sodio (sosa) y 5 g de tiosulfato de sodio ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) en agua, y disolver en agua destilada. Aforar a 100 ml con agua. *Precaución reacción exotérmica.*

D. Ácido Bórico al 5 %

E. Solución de HCl al 0.05 N o 0.1 N

Mililitros de ácido clorhídrico (A) = (PE) (N) (V) (densidad)

Corregido por La pureza del ácido: mililitros de ácido clorhídrico = mililitros de ácido clorhídrico A x100 / pureza real del reactivo.

Procedimiento:

Nota 1. Todo el procedimiento se hará por duplicado o triplicado

Nota 2. Deberá considerarse un blanco desde el inicio del procedimiento

Parte A. Digestión de la muestra

Pesar entre 50 y 100 mg de muestra seca y libre de grasa.

Adicionar la muestra a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 mL, lavado perfectamente con agua destilada

Agregar 2 g de catalizador Micro-Kjeldahl

Agregar 2 mL de ácido sulfúrico.

Adicionar perlas de vidrio y colocar en el DIGESTOR de 1 a 1.5 horas (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más).

Parte B. Destilación de la muestra

Transferir la solución digerida al aparato de destilación, esto es al matraz de destilación previamente lavado con agua destilada, lavar el matraz micro Kjeldahl de 5 a 6 veces con porciones de agua (con una pipeta de 10 ml), agregar 10 mL de la solución Sosa-Tiosulfato.

Colocar una manguera corta a la salida del refrigerante

Depositar 5 mL de ácido Bórico al 5% en una probeta de 100 ml y adicionar 3 gotas de indicador micro-kejdahl, colocar la probeta debajo de la salida del refrigerante procurando que la manguera conectada previamente quede sumergida en el ácido.

Comenzar la DESTILACIÓN.

Colectar entre 50 a 60 mL de destilado.

Parte C. Titulación

Titular una alícuota de 50 ml del destilado con HCl 0.05 N ó 0.1 N hasta la aparición de un color VIOLETA.

Parte D. Valoración del HCl

Disolver aproximadamente 50 mg (0.05 g) de Borax (Tetraborato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 3 gotas del indicador micro-kjeldahl, titular con el HCl cuya concentración exacta se desconoce.

N ácido= mg de borax / (ml de HCl gastados) (190.69)

Cálculos:

$$\% \text{ N Total} = \frac{14.007 (\text{mL de HCl muestra} - \text{mL HCl blanco}) (\text{N ácido}) \times 100}{\text{mg de muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína Cruda (Pc)} = (\% \text{ N Total}) (\text{Factor MATERIA PRIMA})$$

*FACTOR*

Trigo (harina blanca)	5.83
Trigo (otras harinas)	5.70
Macarrones	5.70
Salvado	6.31
Arroz	5.95
Cebada, Avena y Centeno	5.83
Maíz	6.25
Soya	5.71
Nueces, Cacahuete	5.41
Almendras	5.18
Otras nueces	5.30
Lácteos	6.38
Gelatina	5.55
Otros alimentos	6.25

## Determinación de fibra cruda.

Materiales	Equipos	Sustancias
Vaso de Berselius, Probeta de 50 mL, Vasos de precipitado de 250 mL ,  Embudo de cuello largo Papel Filtro Pipeta de 10 ml	Balanza Analítica Condensador de Fibra Cruda	Reactivo de Scharrer-Kurschener (S-K) Acetona <i>Material biológico:</i> Alimento que se ha utilizado durante las demás pruebas ( <i>desgrasado</i> )

Preparación del reactivo (S-K):

Disolver 50 g de Ácido Tricloroacético en 1.0 a 1.5 L de Ácido Acético al 70%, adicionar 124 mL de Ácido Nítrico (65% y densidad de 1.4) y complementar a 2.0 L con Ácido Acético al 70%.

Procedimiento:

*Preparativo A*

Muestra biológica desgrasada y molida (0.6 mm de diámetro)

Papel filtro a Peso Constante (Po) tratar de no tocarlo con las manos.

*El día de la práctica*

Pesar aproximadamente 1 g de muestra (Pm), transferir al vaso de Berzelius y adicione 30 mL del reactivo S-K.

Colocar el vaso en el Condensador de Fibra Cruda.

Llevar el contenido del Vaso de Berzelius a ebullición lo más rápido posible (agitar cada 5 min., aproximadamente).

Hervir por exactamente 30 min.

Filtrar en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante).

Lavar el residuo con agua caliente.

Lavar el residuo con acetona (hasta obtener la decoloración).

Colocar a peso Constante el Papel filtro.

Pesar el papel filtro, más residuo (P1).

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(P1 - P0) (100)}{Pm}$$

### Consideraciones finales

A. Extracto libre de nitrógeno (eln) o carbohidratos solubles totales

El eln o los CST se calculan por diferencia de 100

ELN= 100 - % cenizas - % humedad - % extracto etéreo (grasa) - % fibra cruda - % Proteína cruda

Para obtener el % de carbohidratos, tiene que pasar todos sus resultados en Base Húmeda.

B. Correcciones en los cálculos del análisis proximal

1. Conversiones a base húmeda (bh)

$$Pi (BH) = (100 - \% \text{ Humedad (BH)}) (Pi (BS)) / 100 = (MS) (Pi (BS))$$

2. Conversiones de base seca (bs)

$$Pi (BS) = 100 (Pi(BH))/(100 - H(BH)) = Pi (BH) / MS$$

i = proteína, lípido, cenizas, fibra o carbohidratos

p = % Del componente i

**ANEXO 8. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE ANÁLISIS DE HUMEDAD.**



**FIGURA 33. CAJAS PETRI A PESO CONSTANTE**



**FIGURA 34. PESADO DE CAJAS PETRI**



**FIGURA 35. PESADO DE MUESTRA**



**FIGURA 36. MUESTRAS EN EL HORNO DE SECADO**



**FIGURA 37. MUESTRA SECA**

**ANEXO 9. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE ANÁLISIS DE CENIZA.**



**Figura 38. Rotular crisoles.**



**Figura 39. Pesar crisoles.**



**Figura 40. Carbonizar muestra.**



**Figura 41. Convertir a ceniza en la mufla.**



**Figura 42. Pesar ceniza.**

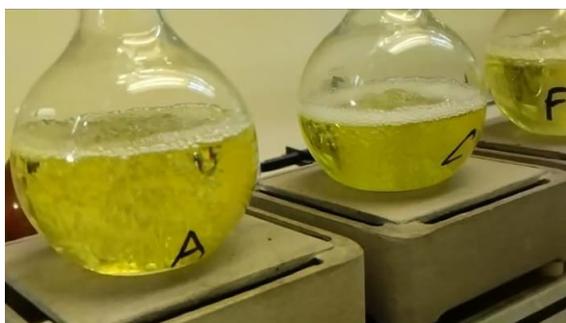
**ANEXO 10. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE ANÁLISIS DE GRASA.**



**FIGURA 43. ROTULAR Y METER A PESO CONSTANTE CRISOLES.**



**FIGURA 44. PESADO DE MATRACES.**



**FIGURA 45. DESTILACIÓN.**



**FIGURA 46. GRASA OBTENIDA.**

## ANEXO 11. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE ANÁLISIS DE PROTEÍNA.



FIGURA 47. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y REACTIVOS.



FIGURA 48. DIGESTIÓN.



FIGURA 49. DESTILACIÓN.



FIGURA 50. TITULACIÓN.

## ANEXO 12. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE ANÁLISIS DE FIBRA.



FIGURA 51. PESADO DE PAPEL FILTRO.



FIGURA 52. PREPARACION DE MUESTRAS.



FIGURA 53. DIGESTION.



FIGURA 54. PESADO DE PAPEL FILTRO CON FIBRA.

# ANEXO 13. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.

06/02/2024 09:22:24 A.M.

WELCOME TO MINITAB, PRESS F1 FOR HELP.

HUMEDAD

## ONE-WAY ANOVA: 055, 641, 230, 847

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	138.345	46.115	111.89	0.000
ERROR	8	3.297	0.412		
TOTAL	11	141.642			

S = 0.6420 R-Sq = 97.67% R-Sq(ADJ) = 96.80%

INDIVIDUAL 95% CIs FOR MEAN BASED ON POOLED StDEV

LEVEL	N	MEAN	StDEV	CI Lower	CI Upper
055	3	77.871	1.271	(--*--)	
641	3	80.133	0.091	(---*--)	
230	3	85.670	0.010		(---*--)
847	3	85.532	0.154		(--*--)

POOLED StDEV = 0.642

CENIZA

## ONE-WAY ANOVA: MS, MS\_1, MS\_2, MS\_3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	103.8484	34.6161	984.63	0.000
ERROR	8	0.2813	0.0352		
TOTAL	11	104.1297			

S = 0.1875 R-Sq = 99.73% R-Sq(ADJ) = 99.63%

INDIVIDUAL 95% CIs FOR MEAN BASED ON POOLED StDEV

LEVEL	N	MEAN	StDEV	CI Lower	CI Upper
MS	3	7.825	0.024	(*)	
MS_1	3	9.284	0.226		(*--)
MS_2	3	14.944	0.060		(--*)
MS_3	3	7.777	0.292	(*)	

POOLED StDEV = 0.188

GROUPING INFORMATION USING TUKEY METHOD

	N	MEAN	GROUPING
MS_2	3	14.9437	A
MS_1	3	9.2839	B

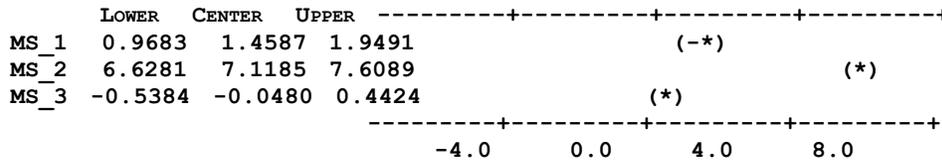
MS 3 7.8252 C  
 MS\_3 3 7.7772 C

MEANS THAT DO NOT SHARE A LETTER ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT.

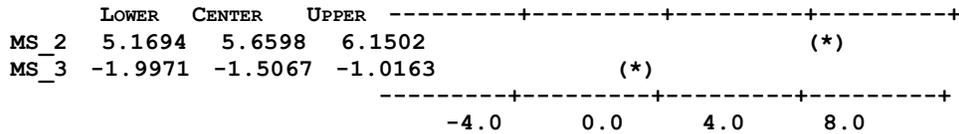
TUKEY 95% SIMULTANEOUS CONFIDENCE INTERVALS  
 ALL PAIRWISE COMPARISONS

INDIVIDUAL CONFIDENCE LEVEL = 98.74%

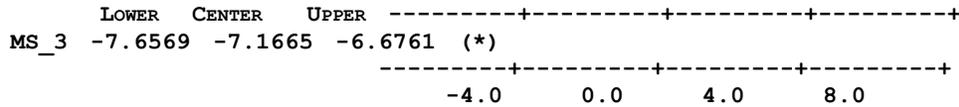
MS SUBTRACTED FROM:



MS\_1 SUBTRACTED FROM:



MS\_2 SUBTRACTED FROM:

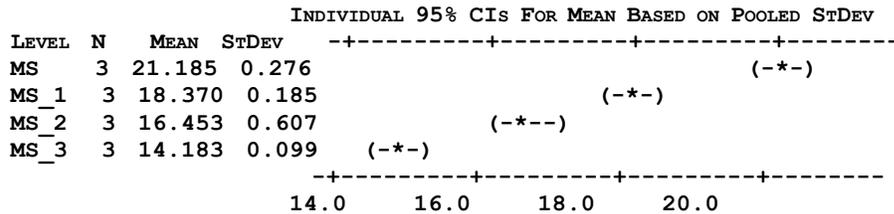


GRASA

## ONE-WAY ANOVA: MS, MS\_1, MS\_2, MS\_3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	79.272	26.424	216.45	0.000
ERROR	8	0.977	0.122		
TOTAL	11	80.248			

S = 0.3494    R-Sq = 98.78%    R-Sq (ADJ) = 98.33%



POOLED StDEV = 0.349

GROUPING INFORMATION USING TUKEY METHOD

	N	MEAN	GROUPING
MS	3	21.1849	A
MS_1	3	18.3701	B
MS_2	3	16.4535	C
MS_3	3	14.1830	D

MEANS THAT DO NOT SHARE A LETTER ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT.

TUKEY 95% SIMULTANEOUS CONFIDENCE INTERVALS  
ALL PAIRWISE COMPARISONS

INDIVIDUAL CONFIDENCE LEVEL = 98.74%

MS SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	
MS_1	-3.7286	-2.8147	-1.9009	(--*--)
MS_2	-5.6452	-4.7314	-3.8176	(--*--)
MS_3	-7.9157	-7.0019	-6.0880	(--*--)

-----+-----+-----+-----+-----  
-7.0      -3.5      0.0      3.5

MS\_1 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	
MS_2	-2.8305	-1.9167	-1.0029	(--*-)
MS_3	-5.1009	-4.1871	-3.2733	(--*--)

-----+-----+-----+-----+-----  
-7.0      -3.5      0.0      3.5

MS\_2 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	
MS_3	-3.1843	-2.2704	-1.3566	(--*-)

-----+-----+-----+-----+-----  
-7.0      -3.5      0.0      3.5

FIBRA

## ONE-WAY ANOVA: BS, BS\_1, BS\_2, BS\_3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	97.1917	32.3972	559.21	0.000
ERROR	8	0.4635	0.0579		
TOTAL	11	97.6552			

S = 0.2407    R-SQ = 99.53%    R-SQ (ADJ) = 99.35%

INDIVIDUAL 95% CIs FOR MEAN BASED ON POOLED StDEV

LEVEL	N	MEAN	StDEV	+-----+-----+-----+-----+	
BS	3	10.547	0.133		(*)
BS_1	3	13.375	0.165		(*-)
BS_2	3	9.454	0.430	(*)	
BS_3	3	5.444	0.044	(-*)	

+-----+-----+-----+-----+

5.0      7.5      10.0      12.5

POOLED StDEV = 0.241

GROUPING INFORMATION USING TUKEY METHOD

	N	MEAN	GROUPING
BS_1	3	13.3750	A
BS	3	10.5465	B
BS_2	3	9.4539	C
BS_3	3	5.4438	D

MEANS THAT DO NOT SHARE A LETTER ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT.

TUKEY 95% SIMULTANEOUS CONFIDENCE INTERVALS  
ALL PAIRWISE COMPARISONS

INDIVIDUAL CONFIDENCE LEVEL = 98.74%

BS SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	+-----+-----+-----+-----+	
BS_1	2.1989	2.8284	3.4579		(-*)
BS_2	-1.7221	-1.0926	-0.4631	(*)	
BS_3	-5.7322	-5.1027	-4.4732	(*)	

+-----+-----+-----+-----+

-5.0      0.0      5.0      10.0

BS\_1 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	+-----+-----+-----+-----+	
BS_2	-4.5505	-3.9210	-3.2915	(*)	
BS_3	-8.5606	-7.9311	-7.3016	(*)	

+-----+-----+-----+-----+

-5.0      0.0      5.0      10.0

BS\_2 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	+-----+-----+-----+-----+	
BS_3	-4.6396	-4.0101	-3.3806	(*)	

+-----+-----+-----+-----+

-5.0      0.0      5.0      10.0

PROTEINA

## ONE-WAY ANOVA: BS, BS\_1, BS\_2, BS\_3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	78.1911	26.0637	573.04	0.000
ERROR	8	0.3639	0.0455		
TOTAL	11	78.5549			

S = 0.2133 R-SQ = 99.54% R-SQ (ADJ) = 99.36%

INDIVIDUAL 95% CIs FOR MEAN BASED ON POOLED StDEV

LEVEL	N	MEAN	StDEV	
BS	3	16.363	0.032	(-*)
BS_1	3	10.406	0.325	(*)
BS_2	3	9.978	0.039	(-*)
BS_3	3	11.367	0.271	(-*)

10.0 12.0 14.0 16.0

POOLED StDEV = 0.213

GROUPING INFORMATION USING TUKEY METHOD

	N	MEAN	GROUPING
BS	3	16.3632	A
BS_3	3	11.3674	B
BS_1	3	10.4063	C
BS_2	3	9.9779	C

MEANS THAT DO NOT SHARE A LETTER ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT.

TUKEY 95% SIMULTANEOUS CONFIDENCE INTERVALS  
ALL PAIRWISE COMPARISONS

INDIVIDUAL CONFIDENCE LEVEL = 98.74%

BS SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	
BS_1	-6.5148	-5.9570	-5.3992	(-*-)
BS_2	-6.9431	-6.3853	-5.8276	(-***)
BS_3	-5.5536	-4.9958	-4.4381	(-*-)

-5.0 -2.5 0.0 2.5

BS\_1 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	
BS_2	-0.9861	-0.4284	0.1294	(-***)
BS_3	0.4034	0.9611	1.5189	(-*-)

-5.0 -2.5 0.0 2.5

BS\_2 SUBTRACTED FROM:

LOWER	CENTER	UPPER

BS\_3 0.8317 1.3895 1.9473 (---\*--)  
 -----+-----+-----+-----+-----+  
 -5.0 -2.5 0.0 2.5

CARBOHIDRATOS  
**ONE-WAY ANOVA: CREMA 55, CREMA 641, CREMA 230,  
 CREMA 847**

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	3	14.1322	4.7107	47.52	0.000
ERROR	8	0.7931	0.0991		
TOTAL	11	14.9253			

S = 0.3149 R-Sq = 94.69% R-Sq (ADJ) = 92.69%

INDIVIDUAL 95% CIs FOR MEAN BASED ON  
 POOLED StDev

LEVEL	N	MEAN	StDev	-----+-----+-----+-----+-----+
CREMA 55	3	9.756	0.607	(-----*-----)
CREMA 641	3	9.648	0.098	(---*---)
CREMA 230	3	7.046	0.087	(---*---)
CREMA 847	3	8.859	0.104	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----+  
 7.0 8.0 9.0 10.0

POOLED StDev = 0.315

GROUPING INFORMATION USING TUKEY METHOD

	N	MEAN	GROUPING
CREMA 55	3	9.7561	A
CREMA 641	3	9.6485	A B
CREMA 847	3	8.8587	B
CREMA 230	3	7.0461	C

MEANS THAT DO NOT SHARE A LETTER ARE SIGNIFICANTLY DIFFERENT.

TUKEY 95% SIMULTANEOUS CONFIDENCE INTERVALS  
 ALL PAIRWISE COMPARISONS

INDIVIDUAL CONFIDENCE LEVEL = 98.74%

CREMA 55 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	-----+-----+-----+-----+-----+
CREMA 641	-0.9311	-0.1076	0.7158	(---*---)
CREMA 230	-3.5335	-2.7100	-1.8866	(---*---)
CREMA 847	-1.7209	-0.8975	-0.0740	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----+  
 -2.0 0.0 2.0 4.0

CREMA 641 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	-----+-----+-----+-----+-
CREMA 230	-3.4259	-2.6024	-1.7789	(---*---)
CREMA 847	-1.6133	-0.7898	0.0336	(---*---)
				-----+-----+-----+-----+-
				-2.0      0.0      2.0      4.0

CREMA 230 SUBTRACTED FROM:

	LOWER	CENTER	UPPER	-----+-----+-----+-----+-
CREMA 847	0.9891	1.8126	2.6360	(---*---)
				-----+-----+-----+-----+-
				-2.0      0.0      2.0      4.0