

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DEL ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL Y DE
MINERALES EN PUPUSAS DE *Zea mays* (MAIZ) CON RELLENO DE HOJAS
DE *Moringa oleifera* (TEBERINTO) COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

ROCIO YAMILETH AMAYA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO, CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIO

MAE ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

TRIBUNAL CALIFICADOR ASESORA DE AREA EN: INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y TOXICOLOGIA

MDs. Nancy Zuleyma González Sosa

ASESORA DE AREA EN: APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

Licda. Rina Antonieta Toledo Mendoza

DOCENTES ASESORES

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

MSc. Blanca Lorena Bonilla de Torres

MSc. Freddy Alexander Carranza Estrada

MSc. Juan Milton Flores Tensos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios todopoderoso por darme el don de la vida, y la perseverancia, por llenarme de fortaleza y sabiduría en cada momento de mi vida para alcanzar esta meta para quien es toda la honra y la gloria porque sin su infinita misericordia no hubiera sido posible culminar esta etapa de mi vida que me llena de alegría y satisfacción. Por lo cual agradezco a mi Dios y Maria Santísima por este triunfo.

Agradezco de todo corazón a mis docentes asesores: MAE. María Elisa Vivar de Figueroa, MSc. Blanca Lorena Bonilla de Torres, MSc. Freddy Alexander Carranza Estrada; MSc. Juan Milton Flores Tensos por todas las enseñanzas, consejos y aprendizaje brindado a lo largo de este trabajo, el cariño, amistad y esas palabras de motivación dadas en momentos de debilidad gracias por permitirme contar siempre con ustedes. Dios les bendiga.

Gracias a mis docentes del tribunal calificador: MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez Directora General de Procesos de Graduación, por su apoyo, cariño, y las sugerencias fundamentales para alcanzar este objetivo a MDS. Nancy Zuleyma Gonzalez Sosa, Licda. Rina Antonieta Toledo Mendoza quienes han dirigido el presente trabajo de investigación, agradezco sus correcciones y orientación en la realización de este trabajo.

Lic. Daniel de Jesús Palacios Hernández por el apoyo brindado y la asesoría en el diseño estadístico de este trabajo de investigación.

A los docentes y personal del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por su ayuda y su disponibilidad en el momento de llevar a cabo la realización de la parte experimental en el Laboratorio del Departamento, Dios les bendiga

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso, por darme fortaleza, motivación y sabiduría para poder realizar con mucho esfuerzo y sacrificio mis estudios universitarios, por guiar mis pasos en todo momento, por iluminarme para concluir esta etapa más en mi vida, porque esta es obra de mi Dios.

En especial quiero dedicar esta meta alcanzada a mi mamá María Emelina Amaya y Cruz Ramiro Amaya mi papito por el enorme ejemplo de coraje y valentía con la que día a día lucharon para ayudarme a lograr esta meta, por su apoyo por sus consejos ellos son mi más grande motivación los amo y doy gracias a Dios por tenerlos en mi vida este logro es gracias a ustedes por todo su amor y entrega a mí.

A mis hermanos Luis Antonio, Jafet y Dafne porque son sin duda una gran motivación para luchar cada día por hacer mejor las cosas, por ver en mí un apoyo los quiero mucho, así a mi tía Angelita por ser como una mamá gracias por tu apoyo, por tu amor y tus oraciones.

A mis docentes asesores, por tanto esfuerzo y dedicación por creer en mí para el desarrollo de esta de investigación por el cariño porque en todo momento me mostraron su apoyo incondicional se le quiere mucho que Dios bendiga sus vidas y familias.

A mis queridos amigos Lic. Elías Herrera por su amistad, por toda su ayuda, apoyo y orientación durante esta investigación, MSc. Norbis Solano, por ayudarme en esta investigación han sido un gran apoyo para tomar fuerzas para lograr esta meta

Finalmente a, Beatriz por su amistad, cariño y motivación a todos lo que han creído en mí y han dedicado oraciones a Dios por mí, es difícil nombrarlos a todos, pero han demostrado ser personas especiales en mi vida. Infinitas gracias a todos.

INDICE GENERAL

	Pág. N°
Resumen.	
CAPÍTULO I	
1.0 Introducción	xx
CAPÍTULO II	
2.0 Objetivos	
CAPÍTULO III	
3.0 Marco Teórico	25
3.1 Nutrición.	25
3.1.1 Nutrición y alimentación.	26
3.1.2 Nutriente y su clasificación.	28
3.1.3 Necesidades nutricionales.	45
3.1.4 Requerimientos de nutrientes.	46
3.2 Generalidades de la <i>Moringa oleífera</i> (Teberinto).	48
3.2.1 Clasificación taxonómica de la <i>Moringa oleífera</i> (Teberinto).	50
3.2.2 Sinónimos de la <i>Moringa oleífera</i> (Teberinto).	50
3.2.3 Morfología de la <i>Moringa oleífera</i> (Teberinto).	50
3.2.4 Composición química.	57
3.2.5 Moringa como producto alimenticio.	57
3.2.6 Aspectos tóxicos más relevantes de la moringa y sus posibles daños a la salud.	62
3.3 Maíz.	65
3.3.1 Harina de maíz.	66
3.4 Pupusas.	67

3.4.1 Historia de la pupusa salvadoreña.	68
3.5 Evaluación hedónica.	71
3.6 Análisis bromatológico proximal.	72
3.7 Cuantificación de minerales.	73

CAPÍTULO IV

4.0 Diseño Metodológico.	75
4.1 Tipo de estudio.	75
4.2 Investigación bibliográfica.	75
4.3 Investigación de campo.	76
4.4 Parte experimental.	76
4.4.1 Recolección del material vegetal.	76
4.4.2 Materias primas utilizadas para la elaboración de las pupusas.	77
4.4.3 Preparación y elaboración de las pupusas y tortillas a base de harina de maíz.	79
4.5 Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales.	82
4.5.1 Humedad parcial.	82
4.5.2 Determinación de humedad total.	82
4.5.3 Determinación de nitrógeno proteico Método micro kjeldahl.	84
4.5.4 Determinación de extracto etéreo.	86
4.5.5 Determinación de fibra cruda.	88
4.5.6 Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno (E.L.N.).	89
4.5.7 Determinación de cenizas.	90

4.6	Análisis del contenido de minerales por el Método Espectrofotometría de Absorción Atómica de Llama.	91
4.6.1	Preparación de la solución de cenizas para la determinación de minerales.	92
4.6.2	Determinación de Zinc.	93
4.6.3	Determinación de potasio.	94
4.6.4	Determinación de Hierro.	95
4.6.5	Determinación de fósforo en alimentos. Método Colorimétrico.	96
4.6.6	Determinación de Calcio.	97
4.6.7	Determinación de Magnesio.	98
4.7	Metodología Estadística.	99
4.8	Procedimiento para la realización de la Prueba Hedónica.	100
4.8.1	Análisis Sensorial.	100
4.8.2	Elaboración del tríptico.	101

CAPÍTULO V

5.1	Análisis Bromatológico Proximal.	103
5.1.1	Humedad Total.	103
5.1.2	Materia seca.	106
5.1.3	Determinación de proteína cruda.	106
5.1.4	Determinación de Cenizas.	108
5.1.5	Determinación de extracto etéreo.	110
5.1.6	Determinación de Fibra Cruda.	112
5.1.7	Determinación de Carbohidratos.	113
5.2	Determinación de Minerales.	115
5.2.1	Determinación de Zinc.	115
5.2.2	Determinación de Hierro.	117

5.2.3	Determinación de Calcio.	118
5.2.4	Determinación de Magnesio.	120
5.2.5	Determinación de Potasio.	122
5.2.6	Determinación de fósforo.	124
5.3	Resumen de resultados.	125
5.4	Análisis Sensorial.	128
5.4.1	Resultados de prueba hedónica	128
5.4.2	Selección de la formulación más aceptada.	134
5.5	Tríptico Informativo	136
CAPITULO VI		
6.0	CONCLUSIONES	140
CAPITULO VII		
7.0	RECOMENDACIONES	143
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Pre tratamiento de las pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.
2. Registro de la cantidad de ingredientes utilizados para la elaboración de las pupusas y tortillas de maíz.
3. Listado de materiales, equipo y reactivos para el análisis bromatológico proximal y determinación de minerales.
4. Esquema de procedimientos del análisis bromatológico proximal y de minerales
5. Fotografía de la determinación del análisis bromatológico y determinación de ceniza
6. Cálculos para la preparación de las curvas estándar para la determinación de minerales.
7. Instrumento para evaluación hedónica..
8. Aporte dietético recomendado, ingesta adecuada según FDA.
9. Aporte dietético recomendado, ingesta adecuada según OMS y FAO.
10. Resultados del análisis bromatológico proximal y de minerales

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Pág. N°
1	Recomendaciones Nutricionales de Minerales.	39
2	Contenido de minerales del polvo de <i>Moringa oleífera</i> en 100 g de porción comestible.	61
3	Contenido de aminoácidos en polvo de <i>Moringa oleífera</i> en g/kg.	61

INDICE DE FIGURA

FIGURA N°		Pág. N°
1.	Distribución geográfica en el mundo de la Moringa.	49
2.	Distribución geográfica de la especie del género Moringa.	49
3.	Raíz de <i>Moringa oleífera</i> .	51
4.	Hoja de <i>Moringa oleífera</i> .	52
5.	Flor de <i>Moringa oleífera</i> .	52
6.	Tallo de <i>Moringa oleífera</i> .	53
7.	Fruto en forma de vaina de <i>Moringa oleífera</i> .	53
8.	Semillas de <i>Moringa oleífera</i> .	54
9	Procedimiento de elaboración de pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.	80
10	Composición de la tortilla de maíz y cada tipo de pupusa según su relleno.	81
11.	Representación Gráfica de los resultados de la evaluación de textura de los tipos de rellenos de pupusas.	130
12	Representación Gráfica de los resultados de la evaluación de Color de los tipos de rellenos de pupusas.	131
13	Representación gráfica de los resultados de la evaluación de Sabor de los tipos de rellenos de pupusas.	134
14	Gráfica de la comparación entre las formulaciones " Me gusta mucho " de los tipos de rellenos de pupusas.	135
13.	Tríptico Informativo parte 1.	137
14.	Tríptico Informativo parte 2.	138

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°		Pág. N°
1.	Análisis a realizar a las muestras.	78
2.	Comparación de medias de porcentaje de humedad de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	104
3.	Diferencia de medias utilizando prueba T para el porcentaje de humedad de las pupusas y la tortilla de maíz.	104
4.	Comparación de contenido de agua de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz con valores según la OMS.	105
5.	Comparación de medias de porcentaje de materia seca de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	106
6.	Comparación de medias de porcentaje de proteína cruda de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	107
7.	Comparación de medias de porcentaje de proteína cruda con la prueba de Wilcoxon.	108
8.	Comparación de medias de porcentaje de ceniza de las pupusas y la tortilla de maíz.	109
9.	Análisis de medias para muestras independientes para el porcentaje de ceniza de las pupusas y tortillas de maíz.	109
10.	Comparación de medias del porcentaje de extracto etéreo de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz, con el rango establecido por la OMS.	110
11.	Análisis de medias mediante prueba T para muestras independientes del porcentaje de extracto etéreo en las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.	111

12.	Comparación de medias de porcentaje de fibra cruda de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	112
13.	Comparación de medias de porcentaje de fibra cruda con la prueba de kruskal wallis para muestras independientes para los diferentes tipos de pupusas y la tortilla de maíz.	113
14.	Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	114
15.	Comparación de medias de porcentaje de carbohidratos de Kruskal Wallis para muestras independientes para los diferentes tipos de pupusas y tortillas de maíz.	114
16.	Comparación de medias de porcentaje de zinc de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	116
17.	Prueba T para muestras independientes de zinc en las pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.	116
18.	Comparación de medias de porcentaje de hierro de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	117
19.	Comparación de medias de cantidad de hierro mediante la prueba T de los tres tipos de rellenos de pupusas y de tortillas de maíz.	118
20.	Comparación de medias de porcentaje de calcio de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	119
21.	Comparación de medias mediante la prueba T de la cantidad de calcio en mg/100 g.	120
22.	Comparación de medias de porcentaje de magnesio de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	121
23.	Comparación de medias mediante la prueba T para cantidad de Magnesio en mg/ 100 g.	122

24.	Comparación de medias de porcentaje de potasio de las pupusas y la tortilla de maíz.	123
25.	Comparación de medias de potasio en las pupusas y la tortilla de maíz.	123
26.	Comparación de medias de porcentaje de fósforo de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.	124
27.	Comparación de medias de la cantidad de fósforo de los tres rellenos de pupusa y la tortilla de maíz.	125
28.	Resumen de los resultados del análisis bromatológico proximal y análisis de micronutrientes de las pupusas con relleno de: hojas de moringa, hojas de moringa con queso, queso y tortilla de maíz.	127
29.	Resultado obtenidos de textura de la prueba hedónica.	128
30.	Resultado obtenidos de color de la prueba hedónica.	131
31.	Resultado obtenidos de sabor de la prueba hedónica.	133
32.	Resumen de la formulaciones de R1 y R2.	134

ABREVIATURAS

- AAS:** Atomic Absorption Spectroscopy (Espectrofotometría de Absorción Atómica).
- ANOVA** Análisis de Varianza.
- AOAC:** Association of Official Analytical Chemist (Asociación Oficial de Químicos Analíticos).
- ELN:** Extracto Libre de Nitrógeno.
- FAO:** Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- FDA:** Food and Drug Administration: Administración de Medicamentos y Alimentos.
- INCAP:** Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
- OMS:** Organización Mundial de la Salud.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la determinación del análisis bromatológico proximal y la cuantificación de minerales como Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc, Potasio y Fósforo en pupusas elaboradas a base de harina de maíz con diferentes rellenos: hojas de *Moringa oleífera*, hojas de *Moringa oleífera* con queso, queso, como control nutricional la tortillas de maíz, siendo la moringa una alternativa nutricional.

Los análisis de las pupusas elaboradas se realizaron por triplicado en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en un periodo de enero 2018 a mayo 2019.

Con los datos obtenidos se elaboró la composición nutricional de las pupusas analizadas. Se compararon con los requerimientos nutricionales establecidos por la OMS, FAO y FDA para conocimiento de la población, y futuras investigaciones.

Los resultados mostraron que la adición de las hojas de moringa como relleno incremento en 4.31% el contenido de proteínas comparado con la tortilla de maíz.

En cuanto al contenido de carbohidratos la pupusa con relleno de moringa con queso fue, 70.28 % valor dentro del rango establecido por la OMS de 55-75% a diferencia de la tortilla de maíz, que supera la cantidad de carbohidratos que debe ser consumir al día de 87.55%, una persona que incluya en su alimento más de dos tortillas estará sobrepasando el límite de carbohidratos.

El análisis de minerales de las pupusas con hojas *Moringa oleífera* mostro que la adición de hojas de moringa a la tortilla de maíz incrementa el contenido de hierro 2.48%, potasio 481.20%, fósforo 582.25%, calcio 164.04% y magnesio

91.12%; por lo que la moringa tiene un alto perfil nutritivo, y buen sabor al paladar determinado con la prueba hedónica, por lo que su consumo se vuelve importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada es decir que se puede incluir en la dieta diaria.

Aparte de los resultados obtenidos se recomienda llevar a cabo futuras investigaciones del análisis bromatológico proximal y contenido de minerales en otros alimentos enriquecidos con hojas de *Moringa oleífera* o productos locales consumidos en el país y de fácil acceso a toda la población.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

En la actualidad El Salvador se enfrenta a la desnutrición como una de las problemáticas de mayor importancia, dado que la población no tiene los ingresos económicos ni el conocimiento necesario sobre el tipo de alimentos que deben consumir o mezclar de una ración diaria.

Debido a la necesidad de encontrar alimentos que aporten nutrientes a costos accesibles a la población y que garanticen la seguridad alimentaria; hoy en día se está utilizando diferentes especies de plantas que poseen un alto contenido de nutrientes importantes para un buen desarrollo de los seres humanos en especial a la población infantil que presenta mayores problemas de desnutrición donde el 18.9 % de toda la niñez está viviendo en condiciones de desnutrición según la OMS. Para combatir esta desnutrición se usa la *Moringa oleífera* conocido como un árbol multipropósito, por sus propiedades alimenticias, medicinales y oleaginosas.

A raíz de esto surgió la idea de proponer el uso de la *Moringa oleífera* en relleno de pupusas a base de harina de maíz como alternativa nutricional para contribuir a la disminución de la desnutrición de la población Salvadoreña, por lo que en esta investigación se incorporó diferentes proporciones de hojas de Moringa como relleno para pupusas, para ello se realizó el análisis bromatológico proximal, y la cuantificación de minerales como calcio, magnesio, hierro, zinc, potasio y fósforo, cada uno de los resultados se agruparon en tablas, que permitieron indicar la calidad nutricional de las pupusas con relleno de hojas de moringa como alternativa nutricional.

A través de la prueba hedónica verificó el nivel de aceptación de las pupusas de maíz con relleno de *Moringa oleífera*. Posteriormente se elaboraron trípticos

informativos para dar a conocer cada uno de estos resultados y se presentaron a la población estudiantil de la Universidad de El Salvador sobre la aportación de nutrientes y la mejora de la calidad nutricional al consumir hojas moringa así como los posibles efectos en la salud.

Este estudio se desarrolló durante el año 2018 y 2019. Donde la parte experimental de esta investigación se realizó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de El Salvador.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el análisis bromatológico proximal y minerales en pupusas de *Zea mays* (maíz) con relleno de hojas de *Moringa oleífera* (Teberinto) como alternativa nutricional.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1 Realizar el análisis bromatológico proximal de las pupusas de maíz elaboradas con los siguientes rellenos: hojas de *Moringa oleífera*, hojas de *Moringa oleífera* con queso, queso y tortillas de maíz.
- 2.2.2 Cuantificar la concentración de zinc, potasio, hierro, fósforo, calcio y magnesio en las pupusas con los diferentes rellenos y las tortillas de maíz.
- 2.2.3 Evaluar si existe diferencia estadística significativa entre los resultados obtenidos de las pupusas elaboradas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.
- 2.2.4. Efectuar la prueba hedónica de las pupusas de maíz con relleno de hojas de *Moringa oleífera* y hojas de *Moringa oleífera* con queso a fin de determinar el nivel de aceptación de estas.
- 2.2.5. Elaborar un tríptico y divulgar los resultados obtenidos a la población estudiantil de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador sobre los beneficios nutricionales de las pupusas elaboradas.

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Nutrición ⁽²⁹⁾

La nutrición es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo. Una buena nutrición (una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular) es un elemento fundamental para la buena salud.

Las personas que están desnutridas tienen menos defensas ante las enfermedades. La desnutrición y las carencias de micronutrientes pueden ser perjudiciales para los niños, dejándolos vulnerables ante las enfermedades infecciosas y, en última instancia, causando trastornos físicos y cognitivos además puede causar retraso en el crecimiento (altura baja para la edad) y emaciación (peso bajo para la altura), incluyendo anemia, retraso mental y ceguera permanente. ⁽²⁶⁾

El proceso nutricional incluye tres etapas: ⁽¹⁶⁾

- Alimentación: comprende la etapa desde que se elige el alimento a consumir hasta su digestión y absorción intestinal.
- Metabolismo: tiene por finalidad la utilización de los nutrientes absorbidos en forma de energía.
- Excreción: Es la etapa que consta en la eliminación de las sustancias no absorbidas por el intestino, las no utilizadas por el organismo y las sustancias de desecho luego de ser utilizadas.

Solo con una alimentación adecuada, se obtendrá una buena nutrición. Los alimentos a ingerir deben cumplir las siguientes funciones.

- Suministrar energía que permitan realizar todas las actividades en la vida cotidiana (trabajar, comer, estudiar, correr, protegerse del frío, entre otros).

Los nutrientes eminentemente energéticos son las grasas y los hidratos de carbono.

- Aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y para la reproducción.
- Abastecer de las sustancias necesarias para regular los procesos metabólicos, como las (vitaminas y los minerales) las cuales son necesarias en pequeñas cantidades pero que son imprescindibles para un correcto funcionamiento del metabolismo y del organismo, en general. Sustancias que se necesitan para formar los tejidos del cuerpo, es decir todos aquellos que forman la estructura del organismo, los músculos, los huesos, las vísceras.

Los nutrientes fundamentales son las proteínas, además de los ácidos grasos, hidratos de carbono y minerales. Estas finalidades o funciones de la nutrición no las realizan los alimentos como tales, sino las llamadas sustancias nutritivas. Los alimentos están formados por mezclas muy complejas de sustancias de distinta naturaleza, estas sustancias se pueden dividir en dos grandes grupos: sustancias nutritivas y sustancias no nutritivas. Se llaman sustancias nutritivas o nutrientes a aquellas que están presentes en los alimentos y son imprescindibles para el desarrollo y mantenimiento del cuerpo humano siendo estas: hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y el agua.

3.1.1 Nutrición y alimentación ⁽¹⁶⁾

Nutrición y Alimentación son dos conceptos muy relacionados pero distintos a la vez; Alimentación, es el proceso mediante el cual se toma del mundo exterior una serie de sustancias que, contenidas en los alimentos, son necesarias para la nutrición. El alimento es, por tanto, todo aquel producto o sustancia que una

vez consumido aporta materiales asimilables que cumplen una función nutritiva en el organismo.

Una persona puede estar suficientemente alimentada si ha comido bastantes alimentos, pero puede estar mal nutrida si con esos alimentos no ha tomado todos los tipos de nutrientes que necesitan sus células para poder vivir y funcionar correctamente.

Por tanto el destino de los nutrientes que hay en los alimentos son las células. Como todo nuestro organismo está formado por células, si éstas reciben todos los nutrientes necesarios, nuestro cuerpo estará sano. ⁽¹⁹⁾

La Estrategia de Nutrición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es mejorar la dieta y aumentar los niveles de nutrición a través de un enfoque centrado en las personas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: ⁽¹⁴⁾

- Investigar y publicar pruebas, datos y directrices sobre nutrición basados en alimentos que incluyan la composición de los alimentos, la evaluación de la dieta, necesidades humanas e indicadores basados en los alimentos.
- Desarrollar la capacidad de los países para evaluar y dar seguimiento a situaciones nutricionales, analizar opciones e implementar programas y políticas agrícolas que tengan un impacto positivo en la nutrición.
- Proporcionar herramientas, orientación y apoyo para ampliar una educación nutricional adecuada y la sensibilización de los consumidores a nivel nacional y local.

3.1.2 Nutriente y su clasificación ⁽¹⁶⁾

Un nutriente es una sustancia química que se encuentra en los alimentos y son utilizados por el cuerpo para que las células realicen las funciones vitales, siendo empleada por el organismo no como fuente de energía, sino en funciones como el crecimiento o la reparación de estructuras. “Los nutrientes son tomados por la célula y transformados en constituyentes celulares a través de un proceso de biosíntesis llamado anabolismo; y así el organismo, alcance un estado relativo de equilibrio y funcione adecuadamente para ello necesita de algunos nutrientes en cantidades muy pequeñas, sin la presencia de estos puede alterarse este equilibrio”. Además, si no se consume en cantidad y calidad suficientes, puede dar lugar a desnutriciones (Beri-beri, pelagra, escorbuto, entre otros.) que sólo se curarán cuando se consuma de nuevo el nutriente implicado. Surge el concepto de “esencialidad” la principal evidencia de que un nutriente es esencial es precisamente su capacidad de curar una determinada enfermedad. De entre los múltiples y diversos componentes que forman el cuerpo humano, sólo unos 50 tienen el carácter de nutriente. Es decir, el hombre para mantener la salud desde el punto de vista nutricional necesita consumir aproximadamente 50 nutrientes.

Los nutrientes principales son los carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos, proteínas y minerales, entre otros. Los nutrientes se clasifican en: “macronutrientes” (proteínas, lípidos, hidratos de carbono), y son aquellos que se encuentran en mayor proporción en los alimentos y que además el organismo necesita en cantidades mayores, y “micronutrientes” (vitaminas y minerales) que se encuentran en concentraciones mucho menores en los alimentos y de los que el organismo necesita en pequeñas cantidades para su funcionamiento, tal como se menciona en los literales a y b.

a. Macronutrientes ⁽¹⁶⁾

Constituyen los principales ingredientes de la dieta y son el material básico que compone el cuerpo humano (por norma general, las proteínas y grasas forman el 44% y el 36% del peso del cuerpo, respectivamente), o bien el "combustible" necesario para que funcione (lo ideal es que los hidratos de carbono y las grasas nos proporcionen el 55% y el 30% de nuestra energía). El agua es también un macronutriente, pero dado que no obtenemos ningún "alimento" de ella (ni energía ni otros componentes esenciales), a menudo no se le considera como tal. No obstante, se trata del elemento más importante para el cuerpo, tanto cuantitativa como cualitativamente, representa un 60% del peso total del cuerpo, también es el elemento más indispensable. Generalmente, una pérdida de sólo un 8% del agua del cuerpo (alrededor de unos 4 litros) es suficiente para provocar una enfermedad grave. En cambio, en el caso de las proteínas; el segundo elemento en importancia; el margen de pérdida posible es de un 15% aproximadamente, cifra que, en el elemento más prescindible, la grasa, llega hasta el 9.0 %".

- Proteínas ⁽¹⁴⁾

Forman parte de la estructura básica de los tejidos como los músculos, tendones, piel y uñas. Desempeñan funciones metabólicas y reguladoras, asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivación de materiales tóxicos, entre otros, y definen la identidad de cada ser vivo por ser la base de la estructura del código genético (el ADN es una proteína). Son moléculas de gran tamaño formadas por largas cadenas de aminoácidos. En la dieta de los seres humanos, se puede distinguir entre proteínas de origen animal y vegetal:

- Las proteínas de origen animal tienen mayor cantidad de aminoácidos esenciales y su digestibilidad es mayor. Las proteínas vegetales tienen

factores que impiden su absorción y los aminoácidos esenciales se encuentran en menor proporción (son incompletas)". Las proteínas de origen animal están presentes en carnes, pescados, aves, huevos y productos lácteos en general.

- Las proteínas de origen vegetal se encuentran principalmente en legumbres (arvejas, lentejas, habas, entre otras.) y en mucha menor proporción, en los cereales (granos y sus derivados).

Para asimilar las proteínas de la dieta el organismo debe fraccionarlas en los distintos aminoácidos que las conforman. Esta descomposición se realiza en el estómago y el intestino. Los aminoácidos obtenidos pasan a la sangre y se distribuyen hacia los tejidos, donde se combinan de nuevo y forman distintas proteínas específicas. La mitad del peso seco del cuerpo es proteína distribuida en los músculos, huesos, cartílagos, y otras áreas del cuerpo.

Las proteínas se usan principalmente para la reparación y formación de nuevos tejidos. Cuando las proteínas consumidas exceden las necesidades del organismo, sus aminoácidos pueden ser utilizados para obtener energía. Sin embargo, la combustión de los aminoácidos tiene un inconveniente: la eliminación del amoníaco y las aminas que se liberan. Estos compuestos son altamente tóxicos para el organismo por lo que se transforman en urea en el hígado y se eliminan por la orina al filtrarse en los riñones.

El ser humano necesita un total de 20 aminoácidos, 9 de los cuales no es capaz de sintetizar por sí mismo y deben ser aportados por la dieta. Estos 9 se llaman aminoácidos esenciales, y son aportados por las proteínas de origen animal, conocidas como proteínas de alto valor biológico. La carencia de alguno de ellos afecta la síntesis de proteínas. Esto puede dar lugar a un tipo

de desnutrición denominado "kwashiorkor". Los aminoácidos esenciales más problemáticos son: triptófano, lisina y metionina. El déficit de aminoácidos esenciales afecta más a los niños que a los adultos.

Las proteínas son clasificables según su estructura química en: ⁽²¹⁾

- **Proteínas simples:** Son las que producen solo aminoácidos al ser hidrolizados.
- **Albúminas y globulinas:** Son solubles en agua y soluciones salinas diluidas (ejemplo: lactoalbumina de la leche).
- **Glutelinas y prolaninas:** Son solubles en ácidos y álcalis, se encuentran en cereales, fundamentalmente el trigo. El gluten se forma a partir de una mezcla de gluteninas y gliadinas con agua.
- **Albuminoides:** Son insolubles en agua, son fibrosas, incluyen la queratina del cabello, el colágeno del tejido conectivo y la fibrina del coagulo sanguíneo.
- **Proteínas conjugadas:** Son las que contienen partes no proteicas. Ejemplo: nucleoproteínas.
- **Proteínas derivadas:** Son producto de la hidrólisis.

La cantidad de proteínas que requiere consumir una persona diariamente dependerá de tres factores principales.

- La edad (en el período de crecimiento la necesidad es el doble o el triple).
- El estado de salud.
- El valor biológico de las proteínas que se consuman.

Con una adecuada combinación de las proteínas vegetales (legumbres con cereales o lácteos con cereales) se puede obtener un conjunto de aminoácidos equilibrado. Por ejemplo, las proteínas del arroz contienen todos los

aminoácidos esenciales pero son escasos en lisina. Si se combinan estas proteínas con lentejas o garbanzos, abundantes en lisina, la calidad biológica y el aporte proteico se asemejarán a los productos de origen animal.

En general se recomienda que una tercera parte de las proteínas que se consuman sean de origen animal. Sin embargo, algunos autores consideran perfectamente posible estar bien nutrido sólo con proteínas vegetales, siempre teniendo la precaución de combinar estos elementos en función de sus aminoácidos.

Entre las múltiples funciones que cumplen las proteínas dentro del cuerpo, tenemos:

- Formación y reestructuración de tejidos como músculos, pelo, uñas, huesos, dientes y piel.
- Formación de enzimas y hormonas, por ejemplo: síntesis de enzimas digestivas y de hormonas como la insulina, tiroxinas, entre otras.
- Suministrar energía: aunque no es su función primordial, un gramo de proteína aporta cuatro kilocalorías.
- Son esenciales para el crecimiento.
- Proporcionan los aminoácidos esenciales fundamentales para la síntesis tisular.
- Son materia prima para la formación de los jugos digestivos, hormonas, proteínas plasmáticas, hemoglobina, vitaminas y enzimas.
- Funcionan como amortiguadores, ayudando a mantener la reacción de diversos medios como el plasma.
- Actúan como catalizadores biológicos acelerando la velocidad de las reacciones químicas del metabolismo.
- Actúan como transporte de gases como oxígeno y dióxido de carbono en sangre. (Hemoglobina).

- Actúan como defensa, los anticuerpos son proteínas de defensa natural contra infecciones o agentes extraños.
- Permite el movimiento celular a través de la miosina y actina (proteínas contráctiles musculares).
- Resistencia. El colágeno es la principal proteína integrante de los tejidos de sostén.

Grasas o lípidos (14, 19)

Las grasas son compuestos orgánicos que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Las grasas pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados por lo que se les denomina muy saturadas o muy insaturadas, dependiendo de sus proporciones.

Al igual que los glúcidos, las grasas se utilizan en su mayor parte para aportar energía al organismo, pero también son imprescindibles para otras funciones como la absorción de algunas vitaminas (las liposolubles), la síntesis de hormonas y como material aislante y de relleno de órganos internos. También forman parte de la membrana celular y de las vainas que envuelven los nervios. Su función principal es ser utilizados energéticamente y como lípidos constituyen la reserva energética más importante en los animales. Cumplen importantes roles: en el normal crecimiento, conductos sanguíneos, nervios y en la mantención de la salud de la piel y otros tejidos, especialmente en su lubricación. Asimismo cumplen importantes funciones en proteger a las células contra microorganismos invasivos o de daños químicos.

Las grasas son un nutriente necesario e indispensable, el problema radica en consumir las grasas no ideales. Las moléculas esenciales que constituyen la grasa son los ácidos grasos.

b. Micronutrientes ^(5,7)

Los Micronutrientes: también llamados minerales pequeños (Microelementos) son necesarios en cantidades menores que los macronutrientes. Los más importantes para tener en cuenta son cobre, yodo, hierro, manganeso, cromo, cobalto, zinc y selenio.

Calcio ^(5, 7)

Las mayores contribuciones de las nuevas recomendaciones nutricionales para el calcio están relacionadas con la obtención de datos para el establecimiento de una “ingestión adecuada”, a partir de estudios de balance en individuos que consumían cantidades variables del mineral, de un modelo factorial que utilizaba la acumulación de calcio en el tejido óseo y de experiencias clínicas, en las cuales se indagó sobre los cambios en el contenido mineral, la densidad ósea o la frecuencia de fracturas a diferentes niveles de ingestión. Gracias a estos estudios pudo ser estimado el valor de la retención porcentual máxima de calcio.

Se decidió utilizar para el calcio los valores de “Ingestión Adecuada” y no, requerimiento estimado promedio (EAR) ya que representa una aproximación del nivel de ingestión que parece ser suficiente para mantener el estado nutricional de calcio, aunque también es posible que valores más bajos de ingestión de este mineral pueden resultar adecuados para muchas personas. Con estas consideraciones se establecieron entonces niveles de ingestión diaria adecuada de calcio de 200 - 300 mg para el primer año de edad, 500 mg de 1 a 3 años, 800mg de 4 a 8 años, 1,300 mg para la adolescencia y 1,000 - 1,200 mg para adultos (cuadro N°1). Estos valores se encontraron en el rango de los propuestos con anterioridad por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU; pero más elevados que la propuesta de muchos otros países. Su nivel máximo de ingestión tolerable es de 2.5 g/d.

- Deficiencia de Calcio ^(5,7)

Su deficiencia no siempre se debe a un aporte insuficiente, sino a un consumo desproporcionado de proteína, sodio y fósforo, nutrientes que limitan la absorción y favorecen la eliminación. Cuando no se obtienen el calcio suficiente de los alimentos, el organismo automáticamente lo toma de los huesos, lo cual provoca osteoporosis. Por esta razón es importante consumir alimentos que lo contengan.

La deficiencia de calcio frena el desarrollo normal en los niños, y en los adultos provoca pérdida de masa ósea. Los síntomas son raquitismo (reblandecimiento de los huesos) en bebés y niños, osteoporosis (debilitamiento de los huesos) lo cual provoca pérdida gradual de la estatura, huesos frágiles y por lo tanto mayor riesgo de fracturas. La falta de calcio en algunos casos provoca un aumento de la presión arterial, así como calambres en manos y pies.

- Exceso de calcio ^(5,7)

La absorción de calcio requiere de la actividad de unas células especializadas: los osteoblastos. Estos osteoblastos también componen la matriz ósea pre-calcificada, donde el calcio puede precipitar. La liberación de calcio desde el hueso requiere de la actividad de los osteoclastos.

Si se absorbe más calcio por los huesos, como en el caso de un déficit de estrógeno, la producción y actividad de ambos, osteoblastos y osteoclastos se incrementa (como en el hiperparatiroidismo). Si demasiado calcio es absorbido, se libera igualmente mucho. Sin embargo, en la composición de la nueva matriz, mueren entre el 50 % y el 70 % de los osteoblastos que la conforman. Cuanto más es estimulada su actividad, más mueren. Y dado que

el estrógeno inhibe la absorción de calcio, el estrógeno previene la muerte de los osteoblastos.

Si consumen cantidades muy altas de calcio durante toda la vida, el reemplazo de los osteoblastos puede ser incrementado durante todo este período; mucha gente tiene éxito y consigue incrementar la densidad mineral del hueso consumiendo más calcio. Por eso la BMD (densidad de masa ósea) media es más alta en los habitantes de países en donde se consume mucha leche.

Dado que el número de veces que una célula puede ser reemplazada está prefijado; la capacidad de reemplazo del calcio quedará antes exhausta si mucho calcio es absorbido de forma regular. Y si se agota la capacidad de reemplazo, aparecerá una carencia de nuevos osteoblastos. Ya que sólo esos osteoblastos pueden componer la matriz ósea, poca matriz podrá formarse. Y sin la matriz, el calcio no puede precipitar, y no se podrá formar nuevo hueso, y comenzarán a aparecer agujeros y porosidades. Esto es lo que sucede en la osteoporosis: en el hueso osteoporóticos, los osteoblastos no pueden ser reemplazados de forma adecuada, de modo que cada vez van quedando menos disponibles o, su actividad queda disminuida, como huesos envejecidos.

Hierro ^(5, 7)

Componente de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y múltiples enzimas. La anemia por deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más extendida en el mundo, la cual genera fatiga, disminución de la productividad y desarrollo cognitivo desbalanceado. La determinación de los requerimientos de hierro se ha llevado a cabo por el método factorial. El requerimiento estimado promedio (EAR) se ha determinado dividiendo la cantidad requerida de hierro absorbido entre la absorción fraccional de hierro dietario, la cual se estima que tenga un

valor de 18 % para adultos. De esta forma se establece una recomendación nutricional de hierro de 8 mg/d para hombres y 18 mg/día para mujeres, respectivamente. Para la mujer embarazada se eleva esta recomendación a 27 mg/día. El valor de 18 mg/día que ya había sido propuesto en el año 1980 (cuadro N°1), vuelve a situarse como máxima recomendación nutricional para adultos, después de la reducción a 15 mg/día que proponía el consejo en 1989. Posteriormente se establecen niveles máximos de ingestión tolerable de 40 y 45 mg/día para niños y adultos, respectivamente.

- Deficiencia de Hierro ⁽⁵⁾

La anemia nutricional, causada principalmente por la deficiencia de hierro, continúa siendo un problema significativo de salud pública. El control de este problema amerita una alta prioridad debido a que la anemia aumenta el riesgo de mortalidad materna, retrasa el desarrollo psicomotor de la niñez, reduce su capacidad de aprendizaje y su rendimiento escolar, y disminuye la resistencia física y la productividad laboral de la persona adulta. Es importante resaltar que la anemia afecta tanto al área rural como a la urbana, y no se han encontrado diferencias extremas en la etapa escolar lo que significa que es un problema generalizado en toda la población.

- Exceso de Hierro ^(5,7)

El hierro en cantidades elevadas en nuestro cuerpo se denomina hemocromatosis y puede estar originado por un desorden genético que lleva a absorber hierro en demasía, o bien, por otro tipo de enfermedades. Es poco frecuente que el exceso de hierro en el organismo se deba a una ingesta elevada en la dieta habitual. Cantidades elevadas de hierro en el cuerpo incrementan la producción de radicales libres del oxígeno y favorece el desarrollo de consecuencias negativas sobre diferentes órganos a causa del estrés oxidativo que ocasiona.

Los síntomas que pueden surgir ante un exceso de hierro son malestar abdominal, náuseas, vómitos, fatiga, debilidad, pérdida de apetito y de deseo sexual, así como pérdida de vello corporal. También se manifiesta con dolor articular y falta de energía. A largo plazo, el exceso de hierro en el organismo puede ser muy peligroso y dañar órganos esenciales como el hígado, el páncreas, el cerebro, el corazón y demás órganos.

El cuadro N°1 muestra las recomendaciones nutricionales de consumo de minerales en la ingesta diaria, establecidas por la FDA en cuanto al contenido de minerales requerido por el organismo humano y están generalizados es decir para hombres, mujeres y niños, donde los dietary reference intakes (DRI) son los valores más recientes de recomendaciones dietéticas establecidas por el Food and Nutrition Board del Institute of Medicine, 1997-2001.

El cuadro N°1 indica el reference daily intake (RDI) valor establecido por la FDA para uso en etiquetado nutricional. Se basó inicialmente en el mayor valor de la RDA para cada nutriente con vistas a asegurar que se cubriesen las recomendaciones para todos los individuos. Las RDAs fueron establecidas y revisadas periódicamente por el Food and Nutrition Board. Los valores que se muestran son las mayores RDAs para cada nutriente en el año correspondiente.

Los dietary reference intakes (DRI) son los valores más recientes de recomendaciones dietéticas establecidas por el Food and Nutrition Board del Institute of Medicine, 1997-2001. Estos valores reemplazan a las previas recomendaciones dietéticas de EE.UU y pueden ser la base para la actualización periódica de los RDIs. El valor mostrado es el más elevado para cada nutriente.

Cuadro N° 1. Recomendaciones Nutricionales de Minerales. ⁽¹⁴⁾

Nutrientes	RDI	1968 RDA	1974 RDA	1980 RDA	1989 RDA	DRIs 2002
Calcio	1,000 mg	1,300 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,300 mg
Fósforo	1,000 mg	1,300 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,250 mg (700 adult)
Hierro	18 mg	18 mg	18 mg	18 mg	15 mg	18 mg
Iodo	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg
Magnesio	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	420 mg
Cinc	15 mg	10-15 mg	15 mg	15 mg	15 mg	11 mg
Selenio	70 mcg	--	--		70 mcg	55 mcg
Cobre	2 mg	--	--	2 - 3 mg	1,5 - 3 mg	0,9 mg
Manganeso	2 mg	--	2.5-7 mg	2.5-5 mg	2 - 5 mg	2,3 mg
Cromo	120 mcg	--	--	50-200 mcg	50-200 Mcg	35 mcg
Molibdeno	75 mcg	--	45-500 mg	150-500 mcg	75-250 Mcg	45 mcg

Zinc ^(6,19)

Funciona también como catalizador de varias enzimas, en el mantenimiento de la integridad estructural de proteínas y en la regulación de la expresión genética. La franca deficiencia de zinc en el ser humano es rara. Los síntomas debidos a una deficiencia moderada son diversos y generados por la presencia de este elemento en los procesos metabólicos. El análisis factorial de las pérdidas de zinc y sus requerimientos para el crecimiento, así como valores de la absorción fraccional fueron usados para establecer el valor del requerimiento estimado promedio (EAR).

La recomendación nutricional establecida es de 11 mg/d para hombres y 8 mg/d para mujeres, valores inferiores a los previamente existentes (cuadro N°1). Los niveles máximos de ingestión tolerable son de 4-5 mg/día para niños durante el primer año de edad, 7 mg/día para niños de 1 a 3 años, 12 mg/día para niños de 4 a 12 años, 23 mg/día entre 9 y 12 años y de 30 - 40 mg/día para adultos.

- Deficiencia de Zinc ⁽⁶⁾

Disminuye el ritmo de crecimiento de los bebés y niños, retrasa el desarrollo sexual en los adolescentes y causa impotencia en los hombres. La deficiencia de zinc también causa pérdida del cabello, diarrea, lesiones en los ojos y la piel y pérdida de apetito. Además, puede provocar pérdida de peso, problemas de cicatrización de heridas, disminución del sentido del gusto y reducción de los niveles de concentración.

- Exceso de Zinc ⁽⁶⁾

Algunos de los signos del consumo excesivo de zinc son: náuseas, vómitos, pérdida del apetito, cólicos, diarreas y dolores de cabeza. Si se ingieren dosis excesivas de zinc durante mucho tiempo, podrían presentarse trastornos como nivel deficiente de cobre, poca inmunidad, y bajos niveles de colesterol HDL colesterol bueno.

Magnesio ⁽¹⁹⁾

Para el magnesio se han establecido recomendaciones concretas a partir del primer año de vida. Para niños de 1 - 3 y 4 - 8 años de edad se establecieron recomendaciones de 80 y 130 mg/día, respectivamente. Para niños de 9 a 15 años se recomiendan 240 mg/día y después de esta edad la recomendación se sitúa entre 300 y 420 mg/día, (cuadro N°1) valores que son solo discretamente superiores a los de las recomendaciones anteriores. Se

estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 65 - 110 mg/día para niños y 350 mg/día para adultos.

- Deficiencia de magnesio ^(5,19)

A pesar de que los niveles de magnesio en la dieta suelen ser bajos, es raro que se produzca una deficiencia de este nutriente. No obstante, hay ciertas enfermedades que pueden desequilibrar los niveles de magnesio en el organismo. Por ejemplo, la gastroenteritis vírica con vómitos o diarrea puede provocar deficiencias temporales de magnesio.

Algunas enfermedades estomacales e intestinales, la diabetes, la pancreatitis, el fallo de la función renal y el uso de diuréticos pueden desencadenar deficiencias. El consumo excesivo de café, refrescos, sal o alcohol, así como los periodos menstruales abundantes, un exceso de sudoración y un estrés prolongado también pueden reducir los niveles de magnesio. Los síntomas de la deficiencia de magnesio pueden incluir agitación y ansiedad, trastornos del sueño, irritabilidad, náusea y vómitos, alteraciones del ritmo cardiaco, baja presión arterial, confusión, espasmos musculares y debilidad, hiperventilación, insomnio, crecimiento débil de las uñas e incluso convulsiones.

- Exceso de magnesio ^(5,7)

Los efectos secundarios por el aumento en la ingesta de magnesio no son muy comunes debido a que el organismo elimina las cantidades en exceso. Dicho exceso de magnesio se produce casi siempre sólo cuando se suministra como medicamento. La toxicidad debida a la sobredosis de magnesio es prácticamente desconocida, bajo el contexto nutricional, ya que su exceso es eliminado a través de la orina y las evacuaciones, sin embargo, pueden ocurrir síntomas de toxicidad por magnesio cuando la ingesta de

calcio es baja. Un mayor consumo de magnesio está asociado con una menor incidencia de presión arterial elevada.

- **Sodio** ⁽⁶⁾

El sodio interviene en el equilibrio ácido-base, ayuda a mantener el equilibrio de los líquidos corporales dentro y fuera de las células (homeostasis), además es necesario para la transmisión y la generación del impulso nervioso, también ayuda a que los músculos respondan correctamente a los estímulos (irritabilidad muscular). Es el catión que más abunda en el líquido extracelular del organismo. Actúa junto con otros electrolitos, especialmente el potasio presente en el líquido intracelular para regular la presión osmótica y mantener el equilibrio hídrico. Es un factor importante en la conservación del equilibrio ácido básico, en la transmisión de impulsos nerviosos y en la contractilidad normal del músculo. También se emplea en la absorción de glucosa y en el transporte de nutrientes a través de la membrana celular.

- Deficiencia de sodio ^(9,21)

El cuerpo humano necesita una pequeña cantidad de sodio para mantener el equilibrio de los fluidos del cuerpo, mantener funcionando sin problemas los músculos y los nervios y ayudar a algunos órganos a funcionar correctamente. Las Guías Alimentarias para los Estadounidenses recomiendan limitar el sodio a menos de 2,300 mg/ día, lo que equivale a aproximadamente 1 cucharadita de sal.

- Exceso de sodio ⁽⁷⁾

Los alimentos naturales contienen cloruro de sodio en proporciones muy inferiores a las que contienen los alimentos procesados (a los que se les agregan conservadores y condimentos elaborados a base de sal, como nitrito de sodio, benzoato de sodio o glutamato monosódico). La "sal oculta" es difícil

de reconocer por los receptores de la lengua, y comemos demasiada sin enterarnos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda no consumir más de 6 gramos de sal al día, sin embargo, es fácil caer en el exceso dada la amplia oferta de productos industrializados que ofrece el mercado

El sodio atrae el agua y una dieta alta en sodio dirige el agua hacia el torrente sanguíneo, lo que aumenta el volumen de la sangre y, con el tiempo, puede aumentar su presión arterial. La presión arterial alta (también conocida como hipertensión) obliga al corazón a trabajar más y puede dañar los vasos sanguíneos y los órganos, lo cual aumenta su riesgo de padecer enfermedades del corazón, enfermedades renales y derrames cerebrales.

- **Potasio** ⁽⁷⁾

El potasio (K) es un mineral dietético esencial y un electrolito que conduce electricidad al organismo, junto con el sodio, el cloruro, el calcio y el magnesio. El potasio es necesario para la función de todas las células vivas, por lo que está presente en todos los tejidos de las plantas y los animales. El funcionamiento normal del organismo depende de una estricta regulación de las concentraciones de potasio dentro y fuera de las células.

- Deficiencia de potasio ⁽⁷⁾

Aunque la ingesta deficiente de potasio es poco frecuente, el cuerpo puede presentar niveles bajos de este mineral a causa de otro tipo de alteraciones como problemas renales, diarreas, ingesta de antibióticos o diuréticos por un largo tiempo. Además de afectar el sistema neuromuscular, puede producir calambres, debilidad muscular, fatiga o espasmos, la falta potasio en el cuerpo puede ocasionar problemas más severos como daño muscular o rabdomiólisis.

En casos severos de hipopotasemia o hipocalcemia, también se puede alterar el ritmo cardíaco normal produciendo palpitaciones, problemas cardiovasculares, daño renal si la falta de potasio en el cuerpo es sostenida en el tiempo. Entre los síntomas menores de la falta de potasio además de los espasmos y calambres musculares, la fatiga y el estreñimiento, debido a que el potasio es un mineral que influye en la transmisión del impulso nervioso y en la actividad voluntaria e involuntaria de los órganos y músculos del cuerpo. Por ello, además de vigilar su ingesta, ante síntomas como los antes dichos es fundamental revertir el déficit de potasio para evitar problemas más severos. La recomendación dietaria diaria recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es de 440 a 4,700 mg/día.

- Exceso de potasio ⁽⁶⁾

El exceso de potasio (hiperpotasemia) es un aumento del valor del potasio en el suero sanguíneo. Dicho valor puede deberse a una disminución del consumo de potasio, por ejemplo, por perfusiones o transfusiones de sangre. Además, la hiperpotasemia puede darse también cuando las células del cuerpo liberan una gran cantidad de potasio. Esto puede darse en caso de disminución de glóbulos rojos por la destrucción de su membrana celular (hemólisis), por una hiperacidificación de la sangre (acidosis), así como por lesiones graves, quemaduras o infecciones.

También las enfermedades renales o los medicamentos diuréticos ahorradores de potasio pueden provocar un exceso de potasio en la sangre. Al respecto, debe prestarse especial atención a los pacientes de diálisis: el consumo de demasiados plátanos y bananas puede tener serias consecuencias en estos pacientes. Salvo por algunas excepciones, los síntomas de la hiperpotasemia son esencialmente los mismos que los de un

déficit de potasio (hipopotasemia). La diferencia estriba en que un caso de exceso de potasio no se produce un estreñimiento, sino una diarrea.

3.1.3 Necesidades nutricionales ⁽⁵⁾

Son las cantidades de energía y nutrientes esenciales que cada persona requiere para lograr que el organismo se mantenga sano y pueda desarrollar las diversas y complejas funciones. Las necesidades nutricionales dependen de la edad, sexo, actividad física y estado fisiológico (por embarazo, lactancia) de la persona. Para ello es necesario conocer los siguientes términos relacionados a la nutrición:

- Suministro dietario recomendado (RDA): Es la ingestión dietética diaria promedio de un nutriente suficiente para abastecer los requerimientos de 97.5% de los individuos sanos de un grupo particular de edad y sexo de la población.
- Ingestión adecuada (IA): Es la ingestión dietética diaria promedio basada en aproximaciones o estimaciones observadas o determinadas de forma experimental, del nivel de ingestión de nutrientes en grupos de personas aparentemente sanas, el cual se asume es adecuado y que se usa cuando no se puede determinar la RDA.
- Requerimiento estimado promedio (REP): Es el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se estima sea capaz de mantener los requerimientos de la mitad de los individuos saludables de un determinado grupo de edad y sexo. Se ha considerado que el establecimiento de NSA para sodio, potasio y cloro era difícil de justificar y solo se estimaron los requerimientos mínimos deseados para esos electrolitos. Sodio de 120 mg/día en los primeros 6 meses de vida a 500 mg/día en el adulto, potasio de 500 a 2 000 mg/día para los mismos grupos y se consideró que 3,500 mg/día de

potasio podían reducir la prevalencia de hipertensión y afecciones cardíacas.

- Requerimiento estimado de energía (REE): Se define como el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se predice sea capaz de mantener el balance energético de un adulto saludable de determina edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física, el cual a su vez, es consistente con un buen estado de salud. En niños, mujeres embarazadas y que lactan, el REE se establece de forma tal que incluye las necesidades asociadas con la deposición tisular y la secreción de leche materna a un ritmo consistente con la buena salud.
- Niveles máximos de ingestión tolerable (IT): Es el nivel máximo de ingestión dietética diaria promedio que se propone sin riesgos ni efectos adversos para la salud de casi todos los individuos de una población. Cuando la ingestión sobrepasa este límite, se elevan los riesgos para la salud.

Las recomendaciones para la ingestión de energía y nutrientes para el ser humano han sido periódicamente revisadas y actualizadas por los Comités de Expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS) por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE.UU. y por los comités nacionales de alimentación y nutrición de diversos países. Las informaciones más recientes de estos grupos datan de los años 2002 y 2004. ⁽¹⁹⁾

3.1.4 Requerimientos de nutrientes ⁽⁵⁾

El establecimiento del requerimiento diario de cada uno de los nutrientes necesita de un conocimiento exacto de fisiología nutricional sobre su digestión, absorción, transporte celular, metabolismo, retención y excreción.

La retención de nutrientes depende fundamentalmente de su capacidad de almacenamiento en el organismo. Las vitaminas liposolubles y los minerales se almacenan, por ejemplo, de manera central en importantes órganos de almacenamiento como hígado, esqueleto óseo y tejido adiposo; mientras que, contrariamente, las vitaminas hidrosolubles carecen de un depósito específico de almacenamiento y solo su participación como cofactores enzimáticos o metabolitos activos puede ser considerada como un relativo espacio frágil de almacenamiento.

Las recomendaciones para el suministro de alimentos al ser humano deben reflejar los resultados obtenidos u observados por vías experimentales y clínicas y no deben ser solo un ejemplo de justeza estadística o de buenos resultados epidemiológicos, sino que deben reflejar lo más exactamente posible, la necesidad real cuantificada de la cantidad de alimentos a suministrar para cubrir los requerimientos exactos de cada nutriente para el ser humano.

Los campos de aplicación y la capacidad de dictamen de las recomendaciones nutricionales para la población son los siguientes: ⁽²¹⁾

- La planificación de una alimentación que cubra requerimientos nutricionales.
- La producción alimentaria y el abastecimiento nutricional de diferentes grupos de población.
- La orientación en la toma de decisiones sobre el abastecimiento nutricional.
- La calificación de datos de consumo de alimentos.
- La valoración de la oferta nutricional en relación con las necesidades fisiológicas.

- El desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria.
- El etiquetado de alimentos que contenga informaciones nutricionales.
- La estructuración de guías alimentarias para la población.
- El desarrollo de programas de formación en nutrición y alimentación.

El valor óptimo o deseado de suministro de un nutriente determinado siempre se encuentra por encima de su requerimiento real. La recomendación nutricional con todas las adiciones en relación con los requerimientos reales corresponde con la cantidad de un nutriente determinado que en diferentes condiciones ambientales y en todas las posibles situaciones de la vida es capaz de facilitar un óptimo o normal funcionamiento del metabolismo del ser humano.

Los requerimientos nutricionales han sido obtenidos mediante la realización de ensayos bioquímicos, fisiológicos o clínicos, el establecimiento de las recomendaciones nutricionales responde más a fines prácticos y tiene un enfoque meramente poblacional.

3.2 Generalidades de la *Moringa oleífera* (Teberinto) ⁽¹⁾

En la actualidad la *Moringa oleífera* (Teberinto) tiene una amplia distribución en el mundo donde crece y se utiliza en muchas zonas áridas: desde África hasta Asia pasando para América Latina, (Figura N°1).

Las especies de moringa casi siempre crecen en bosques, sólo en raras ocasiones lo hacen aisladas, y ninguna junto a otra especie del género en el mismo lugar. Cuatro especies del género tienen su distribución restringido en los países de Angola, Namibia y la isla de Madagascar. Son los árboles que pertenecen al grupo 1 (Bootle tree - árboles botella), *Moringa drouhardii*,

Moringa hildebrandtii, *Moringa ovalifolia* y *Moringa stenopetala* (Figura N° 2) como muestra el mapa, el área de distribución natural del género en el continente Africano, la isla de Madagascar, y parte de Asia, incluyendo la Península Arábiga y la India.

El color más suave, indica los países donde sólo crece una especie del género *Moringa*, mientras que los tonos más oscuros muestran los países con dos, cuatro o cinco especies. (30)



Figura N° 1. Distribución geográfica en el mundo de la Moringa. (28)

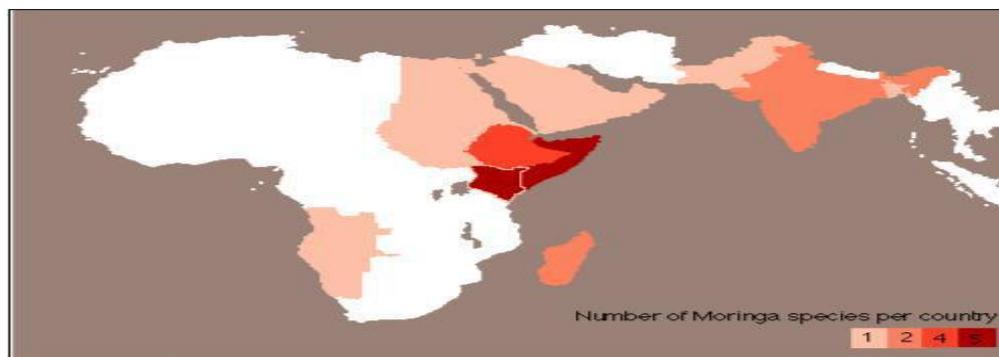


Figura N° 2. Distribución geográfica de la especie del género Moringa. (28)

3.2.1 Clasificación taxonómica de la *Moringa oleífera* (Teberinto) ⁽³⁰⁾

Según el Angiosperm Phylogeny Group III (APG) en el 2009, dio la clasificación más actualizada de la *Moringa oleífera*, la cual se basa en criterios filogenéticos.

Clase: Eudicotyledoneae

Sub Clase: Magnoliidae

Orden: Brassicales

Familia: Moringaceae

Género: *Moringa*

Especie: *Moringa oleífera*

3.2.2 Sinónimos de la *Moringa oleífera* (Teberinto) ⁽³⁰⁾

Anoma moringa, *Guilandina moringa*, *Hyperanthera decandra*, *Hyperanthera moringa*, *Hyperanthera pterygosperma*, *Moringa edulis* Medic, *Moringa erecta.*, *Moringa moringa*, *Moringa myrepsica*, *Moringa nux-eben*, *Moringa octógona*, *Moringa oleífera*, *Moringa parviflora* Noronha, *Moringa polygona*, *Moringa pterygosperma*, *Moringa zeylanica*, entre otros.

3.2.3 Morfología de la *Moringa oleífera* (Teberinto) ⁽³⁰⁾

La *Moringa* es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar hasta los 12 metros de altura, con un promedio de vida de 20 años. Perennifolio en climas tropicales y de hoja caduca en climas subtropicales, perdiendo la hoja por estrés hídrico. Las ramas jóvenes son pelosas, con tricomas de hasta 0,3 mm, erectos, crespas.

- **Raíz:** La raíz principal mide varios metros y es carnosa en forma de rábano. Es pivotante y globosa lo que le brinda a la planta cierta resistencia a la sequía en periodos prolongados. Cuando se le hacen cortes, produce una goma color rojizo parduzco (ver figura N°3).



Figura N° 3. Raíz de *Moringa oleífera*. ⁽¹²⁾

- **Hojas:** Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro; tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes. Las hojas son las que tiene mayor uso y sirven tanto como fuente de alimento humano como animal.
- El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitaminas A y C (Ver figura N°4).



Figura N° 4. Hoja de *Moringa oleifera*. (12)

- **Flores:** Las flores son de color crema, numerosas, fragantes y bisexuales. Miden de 1 a 1.5 cm de largo. Éstas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son un poco más grandes que los sépalos (Ver figura N°5).



Figura N° 5. Flor de *Moringa oleifera*. (12)

- **Tallo:** La corteza es blanquecina, el tronco generalmente espeso e irregular en tamaño y forma y la corona pequeña y densa, rara vez sobrepasa los 10 metros de altura (Ver figura N°6).



Figura N° 6. Tallo de *Moringa oleifera*. ⁽¹²⁾

- **Fruto:** Las frutas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5 cm de ancho que dan apariencia de vaina. Si se corta transversalmente se observa una sección triangular con varias semillas dispuestas a lo largo. Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento (Ver figura N°7).



Figura N° 7. Fruto en forma de vaina de *Moringa oleifera*. ⁽¹²⁾

- **Semilla:** La Figura N°8 muestra las semillas de *Moringa oleifera* que son carnosas, cubiertas por una cascara fina de color café. Poseen tres alas,

o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo. Al quitar la cascara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso.



Figura N° 8. Semillas de *Moringa oleífera*. ⁽¹²⁾

Se detalla en los literales (a, b, c, d y e) el tipo de suelo para el cultivo, periodo de siembra, floración, cosecha y condiciones climáticas de la *Moringa oleífera*.

a) Suelos ⁽²⁴⁾

La *Moringa oleífera* puede crecer en todo tipo de suelos duros o pesados, suelos con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados. Puede crecer en suelos ácidos y alcalinos (pH 4.5 - 8).

En sentido general se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura.

b) Siembra de la *Moringa oleífera* ⁽²⁾

La *Moringa oleífera* se establece fácilmente por material vegetativo o por semillas. Las semillas pueden ser plantadas directamente en el campo o en

viveros y no requieren de un tratamiento anterior y las plantaciones mediante material vegetativo se utilizan para cosechar los rebrotes posteriormente. La propagación por semillas es la manera más común y apropiada de sembrar la *Moringa oleífera*. La viabilidad del surgimiento de la planta depende, en general, del grado de fertilidad de los árboles productores, para éstos árboles el poder germinativo es de 99.5% y la vigorosidad es de 90%.

Las semillas se seleccionan tomando en cuenta tres variables importantes, según la experiencia de los agricultores en el campo: vainas de mayor tamaño, semilla proveniente de la parte central de la vaina, que generalmente son más grandes, y el brillo de la semilla. Durante el mes de agosto se empieza a identificar los mejores árboles productores de semilla, según el desarrollo y abundancia de flores. La época de producción de la semilla es a partir de octubre, prolongándose hasta el mes de abril del siguiente año.

c) Floración, fructificación y cosecha ⁽²⁾

El árbol de *Moringa oleífera* después de un año de sembrado, comenzará a florear y fructificar, variando la producción de semillas entre 1,000 y 5,500 semillas por planta al año, siempre y cuando las condiciones de humedad disponible sean adecuada, normalmente florea una vez al año, pero en algunas regiones lo hace dos veces. El período de floración inicia en agosto y se prolonga hasta enero. La mejor época de floración se observa de septiembre a noviembre. Si las lluvias son constantes a lo largo del invierno, el rendimiento será constante y la floración puede marcarse dos veces. El período de cosecha de *Moringa oleífera* en El Salvador es de febrero a abril, siendo mayor esta cosecha en marzo. Los costales con semilla deben guardarse en un lugar ventilado y seco, bajo la sombra.

d) Agricultura ⁽²⁾

En el contexto de la agricultura, la *Moringa oleífera* está en una posición prestigiosa. Ahorra tiempo y dinero para los que lo cultivan. Muchos lo usan como fertilizante, este árbol leguminoso al cruzarse con otros cultivos añaden nitrógeno al suelo, también en períodos de sequías o en suelos áridos los agricultores los usan estratégicamente como reserva de agua. En el ámbito de criaderos, muchos utilizan la *Moringa oleífera* como complemento alimenticio para nutrir a sus animales, opción autosustentable.

e) Condiciones Climáticas ^(17,28)

El clima de una región influye significativamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas. Es por ello que es indispensable conocer la respuesta fisiológica de esta especie a las condiciones ambientales para poder formular un sistema racional de siembra y manejo.

La *Moringa oleífera* es una planta de origen tropical y se desarrolla en climas secos, semiáridos, semi-húmedos y húmedos. Crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,200 m de altitud y prospera en temperaturas altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32 °C. En Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 36 a 38 °C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3 °C. En las temperaturas menores de 14 °C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente por estacas.

El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que actúa como constituyente, solvente, responsable de la turgencia celular y reguladora de su temperatura celular. La *Moringa oleífera* necesita al menos 700 mm anuales de lluvia aunque hay reporte de lugares del pacífico como Nicaragua

donde con 300 mm agua crece muy bien, pero tolera una precipitación anual de 500 a 1,500 mm de lluvia anuales. El crecimiento de las plantas jóvenes también se ve muy afectado por las condiciones de luz, sobre todo en los períodos más cálidos del año. Por lo que la siembra en una época no adecuada combinado con un riego irregular puede provocar consecuencias desastrosas, causando la pérdida del 20 al 30% de las plantas jóvenes, por corte, produciendo pérdida de material productivo.

3.2.4 Composición química ⁽³⁵⁾

Las hojas de esta planta contienen un perfil de los oligoelementos importantes, y son una buena fuente de proteínas, vitamina, beta-carotín, aminoácidos y diversos compuestos fenólicos. Además, contiene taninos, esteroides y tripernoides, flavonoides, saponinas, antraquinonas, alcaloides y azúcares reductores.

3.2.5 Moringa como producto alimenticio ⁽⁶⁾

Como complemento alimenticio la Moringa tiene un futuro prometedor y sustentable en la industria alimenticia y como componente esencial en la dieta. Los humanos consumen esta planta de diferentes maneras: las hojas frescas se comen como ensaladas directamente, ya que poseen un sabor a berro y espinaca pasan desapercibidas. Las hojas deshidratadas se utilizan como condimentos para carne, huevos y más. El fruto, que se parece a un frijol también se consume cocido, y las semillas cuando están verdes se precuecen y resultan muy parecidas al garbanzo. Las semillas maduras se comen tostadas como el maní. Virtualmente, todas las partes de la planta son aptas para su consumo y poseen un alto y apreciable valor nutricional

(dependiendo de factores como la especie, el suelo y el tratamiento hortícola), es por ello que es utilizada como suplemento alimenticio.

Las hojas frescas, por ejemplo, poseen todos los aminoácidos esenciales, carbohidratos, carotenos, vitaminas, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, zinc, proteínas, grasas y ácidos grasos. Los habitantes de África padecen problemas de desnutrición asociados a las precarias condiciones de vida que imperan en regiones de extrema pobreza, donde su alimentación está basada en plantas silvestres trituradas cuyo contenido nutricional es muy pobre o nulo.

Es por ello que plantas como *Moringa oleífera* que crecen en climas extremos bajo pobres condiciones hortícolas, pueden ser una solución factible debido a su alto y promisorio contenido nutricional. La absorción de dichos nutrientes dependerá de las condiciones alimentarias y salud del individuo, ya que sus altos contenidos en hierro y proteínas no son apropiadas para tratar a personas con casos severos de desnutrición. ^(13, 25)

Hay muchos estudios realizados en los que se ha utilizado la Moringa como alimento tanto para humanos, como de animales (bovinos, caprinos, otros). El Departamento de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Udaipur de la India, realizó una recopilación de los estudio de la *Moringa oleífera* utilizados en el tratamiento de la malnutrición ya que las hojas contienen una excelente fuente de calcio, proteínas, potasio y hierro y un contenido de aminoácidos tales como: metionina y cistina que también es alta. Los hidratos de carbono, grasas y contenido de fósforo son bajos haciendo de este uno de los mejores alimentos de origen vegetal.

La historia de la Moringa se remonta a 150 A.C. Históricas pruebas revelan que los antiguos reyes y reinas utilizan Moringa hojas y frutas en su dieta para mantener el estado de alerta mental y la piel sana; guerreros de la India eran alimentados con extracto de hoja de Moringa en el frente de batalla, el elixir se cree que añadía energía extra y liberaría de la tensión y el dolor. Hay 13 variedades de Moringa, *Moringa oleífera* es la más conocida. Cada parte del árbol es comestible, de las hojas, troncos, tallos, hasta a su raíz. Las flores se pueden comer o se utilizan para hacer té y proporcionar buenas cantidades de calcio y potasio. ⁽³²⁾

Prácticamente todas las partes del árbol es de alguna manera beneficiosa y ambas poblaciones rurales y urbanas en la India y África dependen de él para su sustento. Dependiendo de la finalidad y la cantidad, la Moringa se cultiva en viveros, como un proyecto de la comunidad, o en una pequeña escala a nivel familiar. En el desarrollo de países tropicales, los árboles de *Moringa oleífera* han sido utilizados para combatir la desnutrición, especialmente entre los niños y las madres lactantes.

Las hojas se consumen, en ensaladas, en curry de verduras, las hojas y ramas jóvenes son apreciadas por el ganado. La *Moringa oleífera* como una fuente de vitaminas y minerales que están en las hojas son una excelente fuente de vitamina A (cuatro veces la cantidad en las zanahorias), las hojas crudas son ricas en vitamina C (siete veces la cantidad de naranjas), y también son una buena fuente de vitamina B y otros minerales. Se requieren vitaminas y minerales para todo, desde la construcción de nuestro cuerpo físico a la coagulación de la sangre y la producción energética.

Los árboles de *Moringa oleífera* son conocidos como una fuente de proteínas para superar la deficiencia de proteínas de origen animal en los países en

desarrollo como las hojas y otras partes del árbol contiene alta cantidad de proteínas y aminoácidos. Las hojas de *Moringa oleífera* pueden ser una gran ayuda para las personas que no reciben la proteína de la carne.

La *Moringa oleífera* incluso contiene arginina e histidina dos aminoácidos especialmente importantes para los niños. Arginina e histidina, son especialmente importantes para los niños que son incapaces de producir suficiente proteína para su crecimiento. Las hojas también se utilizaron para la fortificación de alimentos.

En 1997-98, en África utilizaron el polvo de la hoja para prevenir o curar la desnutrición en mujeres embarazadas o las mujeres en periodo de lactancia y sus hijos en el suroeste de Senegal.

La desnutrición es un problema importante en esta área, con más de 600 infantes desnutridos tratados cada año. Durante la prueba, los médicos, enfermeras y las mujeres del pueblo fueron capacitados en la preparación y el uso de polvo de hoja de *Moringa oleífera* en los alimentos.

El resultado indicó que los niños mantuvieron o aumentaron su peso y mejoraron la salud en general, las mujeres embarazadas se recuperaron de la anemia y tenían a sus bebés con un mayor peso al nacer y las mujeres en periodo de lactancia aumentaron la producción de leche.

En este contexto, la *Moringa oleífera* fue una solución simple y fácilmente disponible para el problema de la desnutrición. El contenido nutricional determinado se muestra en el cuadro N° 2 y cuadro N°3.

Cuadro N° 2. Contenido de minerales del polvo de *Moringa oleífera* en 100 g de porción comestible. ⁽³⁰⁾

Minerales	Hojas secas
Calcio	1,600-2,000 mg
Magnesio	2,350-500 mg
Fosforo	200-600 mg
Potasio	800-1,800 mg
Cobre	0.7-1.1 mg
Hierro	18-28 mg
Azufre	-
Sodio	-
Manganeso	41.887 mg
Zinc	1.5-3 mg

Cuadro N° 3. Contenido de aminoácidos en polvo de Moringa en g/kg. ⁽³⁰⁾

Aminoácido	Materia seca del extracto de hojas	Materia seca de hojas no extraídas
Lisina	24.89	13.63
Leucina	37.65	20.67
Isoleucina	19.72	9.80
Metionina	7.13	4.24
Cistina	3.54	3.39
Fenilalanina	24.27	14.71
Tirosina	16.74	7.71
Valina	23.49	12.43
Histidina	11.09	6.80
Treonina	19.14	11.81
Serina	18.25	10.34
Ácido	47.03	25.65
Ácido	39,71	22,16
Aspártico	-	-
Prolina	21,13	13,63
Glicina	21,66	13,76
Alanina	24,95	18,37
Arginina	25,90	14,47
Triptófano	15,28	4,79

El tratamiento de la malnutrición con *Moringa oleífera* debe ser asegurado mediante una dieta variada y rica en alimentos a base de carne, de raíces, granos, frutas y verduras. Dentro de los áridos países del Sahel de África, por ejemplo, las estaciones secas están marcadas por una fuerte dependencia de los alimentos básicos de arroz, mijo y sorgo; Durante estos meses, las frutas y verduras se pueden encontrar solamente en algunas parcelas de regadío. Y prácticamente cada año hay un período de escasez, cuando las reservas de grano se han agotado uno a tres meses antes de la nueva cosecha. En otras partes de los trópicos, las comidas se construyen generalmente alrededor de un alimento básico rico en hidratos de carbono pero muy pobre nutricionalmente, como una papilla o fufú hecho de ñame, maíz o mandioca.

3.2.6 Aspectos tóxicos más relevantes de la moringa y sus posibles daños a la salud ⁽¹¹⁾

Los estudios formales de interacciones, falta de incorporación sistemática de las plantas medicinales a los programas de farmacovigilancia, falta de atención del equipo de salud sobre el consumo de estos productos, y escasos estudios sobre la toxicidad de *Moringa oleífera* y otras plantas medicinales comprometen, no solo la salud del consumidor, sino que pueden llegar a interferir con la atención médica formal. Una encuesta especializada realizada por el Hospital Puerta de Hierro en España, reconoció que el 22% de los pacientes que consumen habitualmente alguna sustancia con fines terapéuticos, de los cuales, el 48% consume plantas medicinales y un 9% suplementos dietéticos.

Los estudios que evalúan la toxicidad crónica de ésta y muchas otras plantas medicinales, no llegan a conclusiones consistentes puesto que no establecen la dosis o tiempo de consumo específicos para asegurar su inocuidad y

reafirmar sus potenciales beneficios, además de que no determinan qué componentes son los responsables de las reacciones tóxicas derivadas o bien, cómo se manifiestan. Si bien es cierto, que la mayoría de los estudios realizados sobre *Moringa oleífera* concuerdan en que es una planta con múltiples propiedades benéficas para el organismo y que es relativamente segura para el consumo humano, los resultados no son concluyentes, puesto que la correlación entre los diversos estudios que abordan aspectos sobre la toxicidad de cada una de sus partes, es insuficiente. En tal caso, se reitera la importancia de realizar estudios científicos más específicos que consideren dosis recomendadas para su consumo prolongado.

Algunos aspectos de las hojas de *Moringa oleífera* (Teberinto) se describen a continuación. ⁽³⁴⁾

Las hojas prácticamente no contienen taninos, mientras que su concentración de saponinas es muy similar a la del frijol chino. Además, se sugiere un contenido de fitatos de 3.1% que puede resultar potencialmente perjudicial para personas vegetarianas puesto que su consumo reduce la biodisponibilidad de metales divalentes y trivalentes como Zn y Mg.

Las hojas de *Moringa oleífera* son la parte anatómica de la planta cuyo consumo representa menor riesgo para la salud. En el año 2009, se evaluó en ratas la seguridad del extracto acuoso de las hojas de *Moringa oleífera*, utilizando un método agudo y subagudo. Se demostró que aun administrando una dosis de 2000 mg/kg peso corporal no existe mortalidad, sólo una ligera pérdida de atención, la cual recuperaban en corto tiempo.

En el año 2011 se determinó, una dosis 3000 mg/kg peso corporal de este extracto tampoco presenta mortalidad, pero se observa una disminución en

los niveles de albúmina. Por otro lado, en el año 2012 se descubrió una baja toxicidad en las hojas, con una Dosis Letal, 50 % (DL50) para el extracto en etanol de 17.8 g/kg peso corporal y 15.9 g/kg peso corporal para el extracto acuoso. Aun cuando dichos resultados aprueban su consumo para fines medicinales, no son concluyentes, y en dosis más altas pueden presentar cambios tóxicos e inclusive la muerte. Algunos estudios concuerdan que, paulatinamente, se presenta una ligera hipertrofia de bazo y timo, asociada a una debilidad crónica que puede deberse a una consistente alteración en los parámetros hematológicos que pueden precipitar algún grado de anemia. El extracto acuoso de hojas de *Moringa oleífera* induce un aumento en el conteo de glóbulos blancos, principalmente en células fagocíticas. Esto explica de cierta forma su capacidad para combatir infecciones pero, también puede relacionarse a la hipertrofia de bazo y timo; la planta puede contener sustancias implicadas en la activación o amplificación de la respuesta inmune, o ser un efecto secundario del aumento del conteo de células fagocíticas debido a los procesos de activación en bazo y de proliferación en timo.

En ensayos previos de toxicidad crónica (método subagudo), el tiempo de administración se prolongó hasta 21 días con dosis de 400, 800 y 1600 mg/kg peso corporal. Las cuales causaban cambios significativos en glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina corpuscular media y glóbulos blancos, mientras la incubación directa de eritrocitos con el extracto acuoso en concentraciones de 5 a 10 mg/mL fue capaz de inducir la liberación de deshidrogenasa láctica. Estos cambios se atribuyen a la presencia de glucosinolatos como 4-(α -l-ramnopiranosiloxi)-bencilglucosinolato y otros tres isómeros que producen isotiocianato y toxina aglicona; ambas son intrínsecamente tóxicas.

Dentro de los glucosinolatos, se encuentra el glucósido cianogénico, el cual se cree que adquiere toxicidad al liberar el ácido cianhídrico HCN por acción

de un complejo enzimático. Las dosis de 400 y 1600 mg/kg peso corporal causaron un descenso en las proteínas totales (globulinas y niveles de albúmina) y un incremento de los niveles de aminotransferasas.

En la dosis de 1600 mg/kg peso corporal se observó un aumento significativo en los niveles de fosfatasa alcalina, por lo que se puede considerar como un indicador de colestasis o de hiperbilirrubinemia. En cambio, en la dosis de 800 mg/kg peso corporal los niveles de aminotransferasas decrecen significativamente, indicando que probablemente ésta es la dosis de consumo más segura.

En un ensayo realizado, se incorporó este triturado en diversos porcentajes a la dieta de ratones albinos, encontrando que un 75% de *Moringa oleífera* en la dieta diaria, consumida durante 93 días, causa degeneración grasa de hígado, con áreas focales de necrosis (presumiblemente debido al aumento de producción enzimática) e infiltración celular a los intersticios, además de necrosis de bazo y células linfoides e incluso degeneración neuronal por necrosis de las células gliales.

Este estudio no consideró factores como la variedad, localidad geográfica y/o técnicas agronómicas, que pueden afectar la composición y producción de las diferentes sustancias con potencial tóxico de la planta.

3.3 Maíz ⁽⁹⁾

En El Salvador el maíz es el alimento principal de la dieta diaria. Desde tiempos precolombinos, este grano ha sido el alimento básico de las culturas americanas. Se sabe, por ejemplo, que hace miles de años los indígenas que

vivían en el valle de México comían maíz. Además de usarlo como alimento, el maíz se ha usado como símbolo religioso, como medicina y hasta como dinero. Las civilizaciones precolombinas comenzaron sus actividades comerciales con el maíz. El maíz es una buena fuente de carbohidratos. Este grano es el ingrediente principal de muchos platos tradicionales latinoamericanos. Las tortillas Mexicanas, las arepas Venezolanas, los tamales Peruanos y las pupusas Salvadoreñas están hechas con este grano. Para hacer las pupusas se usa maíz, agua, aceite y sal. Este plato tradicional Salvadoreño se come con frijoles, pescado, camarones, carne de cerdo, quesillo, cebolla y salsa de tomate.

En El Salvador como en tantos otros países del mundo, se le tiene un especial respeto y admiración por el maíz, porque ofrece alimento a muchos pueblos. Desde hace mucho tiempo, fue pasando por el territorio americano y llegó también a El Salvador, donde se empezó a cultivar y hoy es uno de los alimentos básicos para los salvadoreños, cuyo cultivo es muy importante, porque ofrece una base de alimentación, además de ser un alimento muy bueno para la salud.

3.3.1 Harina de maíz ⁽⁹⁾

Esta es utilizada para elaborar productos como: arepas, pupusas, tamales, bollitos, y las tortillas de harina de maíz; son sin duda alguna, emblema de la cultura culinaria Latinoamérica. Desde México hasta la Patagonia encontramos estos deliciosos platos a base de la harina de maíz. La arepa de harina de maíz es el pan por excelencia de Venezuela, Colombia, en Panamá le llaman tortilla al igual que El Salvador, Puerto Rico, República Dominicana y hasta en las Islas Canarias. Es una preparación en forma de disco típico también de otros alimentos hechos con el maíz, como la cachapa Venezolana

o la tortilla Mexicana, que nació como una manera de venerar al sol y a la luna.

De la harina de maíz hay tantas versiones como regiones, con que cuenta cada uno de estos países nombrados anteriormente. También varían según la técnica de preparación o el tipo de maíz, aunque el uso mayoritario apela a la comodidad de las harinas precocidas, una invención tan Venezolana como la arepa misma. Las pupusas originarias de El Salvador son muy parecidas a las arepas, la gran diferencia es que se cocina con el relleno adentro y completamente sellada. Otra preparación la constituye los tamales, un plato prehispánico que se ha hecho tradicional en México, Cuba y Centroamérica pero que se consume en todo el continente.

3.4 Pupusas ⁽³³⁾

En El Salvador existe una gran variedad de platillos que se han convertido en símbolos de identidad cultural de los salvadoreños. Muchos de estos platillos se remontan a épocas prehispánicas, como por ejemplo el origen de la pupusa; la cual al inicio se le llamaba PUPA, existen registros de pupusas de ciertas hojas de árboles y pupusas de ojushte.

Las pupusas se comen a veces como postre, acompañadas de frutas y chocolate. Los restaurantes donde exclusivamente cocinan y venden pupusas se llaman pupuserías. En El Salvador hay muchos de estos comercios desde tamaños de producción artesanal hasta producción industrial de exportación se puede decir que no hay ningún pueblo que no tenga, al menos una pupuseria, también se venden pupusas en los mercados centrales, en las plazas municipales, junto a las catedrales y en todos los lugares importantes de las ciudades y de los pueblos. Se comen a todas horas, como desayuno,

como almuerzo y como cena. También se sirven en algunos restaurantes como entremés. Las pupusas son un importante elemento de la cultura salvadoreña.

Las pupusas son la comida típica más difundida en país, declarado “Plato Nacional de El Salvador” por Decreto Legislativo en el año 2005, en razón de su procedencia autóctona y probablemente por la tradición instituida de generación en generación, además de su delicioso sabor. La pupusa (del pipil pupusawa) es una tortilla (de maíz o arroz) gruesa hecha a mano que está rellena con uno o más de los siguientes ingredientes: quesillo, chicharrón, ayote, mora, frijoles refritos o quesillo con loroco. También está la pupusa revuelta con ingredientes mezclados, como quesillo, frijoles y chicharrón.

3.4.1 Historia de la pupusa salvadoreña ⁽³³⁾

La pupusa, es una de las comidas más predilectas y exquisitas de la cocina Salvadoreña, y se ha mantenido vigente de generación en generación con una aceptación popular indiscutible y con los mayores estándares de consumidores a nivel Nacional en la actualidad. Ello ha dado paso a consentirla, como la reina de las comidas de El Salvador, por su singular trascendencia.

A continuación se mencionara algunos investigadores que sobresalen con respecto a la definición u origen del término pupusas:

- Doctor Ramón Rivas, Director Nacional del Patrimonio Cultural, quien afirma que el origen de las pupusas, fue antes de la llegada de los españoles a tierras Americanas y que la palabra pupusa viene del Nahuatl (pupushagua), que significa hinchazón y por extensión tortilla rellena.

- Doctor Manuel Bonilla Alvarado, especialista en Nahuatl, dice que el origen de la palabra pupusa tiene dos acepciones etnolingüísticas: “PUP” que significa revuelto, y la palabra “TSA” significa abultamiento; al traducirse al español sería abultamiento relleno, abultamiento revuelto, o revoltijo abultado y que en Nahuatl, putsúa significa rellenar.
- El Doctor Santiago Ignacio Barberena (1851-1916) en su obra quicheísmo del folklore Americano, página N° 231, afirma que la palabra popuza (pupusa) significa “bien unidas” y en efecto continúa diciendo: que uno de los principales requisitos para hacer una buena pupusa, es que queden bien unidas las tapas, pues de lo contrario se saldría el relleno.
- De acuerdo al Dr. Barberena, la palabra POPUZA se compone de dos voces pertenecientes al idioma QUICHÉ: “POPUTZ. POP”, significa petate, estera, y como verbo significa JUNTAR, UNIR y “UTZ”, significa cosa buena, bien hecha. Y finaliza diciendo que las popusas son tortillas de maíz, rellenas de queso o de otra sustancia alimenticia apropiada para ello.
- El Franciscano FRAY BERNARDINO DE SAHAGUN religioso que vino a América (1500-1590) en uno de sus textos en 1570 se relata a cerca de la existencia de una comida de masa cocida, que se mezcla con carne y frijoles, es posible que Sahagún esté haciendo referencia a las pupusas.

Si la palabra Popuza viene del quiché, se puede deducir que fueron ellos los precursores de la primera pupusa en El Salvador, y que a la vez, fue parte de la dieta alimenticia de los asentamientos precolombinos, y se ha mantenido vigente de generación en generación como herencia ancestral. Las primeras pupusas fueron vegetarianas, su forma era de media luna. Como ingredientes llevaban: flor de ayote, cogollos tiernos de mata de ayote, ayote, cogollos de cochinillo, puerquito, cochinito o tunquito, flor de chipilín, mora, tampupo, (conocido por papelillo o San Nicolás), hongos, y sal.

Las pupusas que se disfrutaban en la actualidad, con el tiempo cambiaron definitivamente de forma y de tamaño y es raro encontrar pupusas simulando la media luna, de igual manera han evolucionado cualitativamente como bocadillo delicioso, ya no solamente son vegetarianas sino rellenas de otros ingredientes, y ya no solo se elaboran a base de masa de maíz, las hay también de arroz.

Una pupusa, no se hornea, no se fríe, no se salcocha, no se asa, ni se rostiza, ni se tuesta, ni se guisa, no se coce en baño de maría y no se pone directamente al fuego en un espetón, solamente se palmea con la punta de los dedos, y se deja cocer al calor de un comal de barro, de lata o sartén y a los minutos estará para disfrutarla, no se utilizan cubiertos para comerla, simplemente con los dedos de la mano. Dado su prestigio entre las demás comidas autóctonas de El Salvador, en algunas ocasiones El Estado ha contribuido a su desarrollo. En 1960, el Gobernante de ese entonces, José María Lemus se preocupó porque las pupuserías tuvieran una apariencia menos miserable, como champas, piezas o mesones y les mandó a construir una serie de casetas de concreto en los planes de rinderos, llamado el rincón de Cora, en honor al nombre de la primera Dama, Coralia de Lemus y el primero de abril de 2005, por decreto legislativo N° 655, se establece que el segundo domingo de noviembre de cada año, se celebre el día Nacional de las pupusas.

El prestigio de la pupusa ha crecido a nivel local como Internacional, siendo en la actualidad el plato típico y popular por excelencia, y por su peculiaridad y los éxitos alcanzados, tanto Nacionales como Internacionales, se le ha dado el título de reina de la cocina Salvadoreña, como alimento étnico la pupusa es una manufactura artesanal catalogada en la actualidad como eje del desarrollo económico porque presenta un fuerte potencial de ventas y con

altos estándares de consumo a nivel Nacional, lo que ha permitido hacerle un análisis de carácter competitivo para exportarla y comercializarla fuera de las fronteras Salvadoreñas, principalmente a los lugares donde viven muchos compatriotas Salvadoreños.

La pupusa Salvadoreña es un invento culinario que alimenta a ricos y pobres y ha roto marcas en tamaño, peso y consumo. Los especialistas en gastronomía afirman que cada pupusa, posee un valor nutricional de aproximadamente 350 calorías. En el 2007, se elaboró la pupusa más grande de El Salvador y obtuvo récord guines. Sus dimensiones fueron: 1 metro con 15 centímetros, 200 libras de masa, 40 libras de quesillo, 40 libras de chicharrón; Fue elaborada por 40 personas y alimentó a un total de 5.000 personas. La plancha metálica pesaba 1 tonelada.

3.5 Evaluación hedónica ⁽³⁸⁾

Fue una prueba de degustación que destinada a medir cuanto agrada o desagrada un producto. En esta prueba las muestras se presentaron individualizadas, en diferentes órdenes para cada individuo y se pide al catador que las califique de acuerdo a escalas categorizadas, que puedan tener diferentes números de categorías y que comúnmente van desde “gusta mucho” hasta “me disgusta mucho”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, señalando la categoría apropiada.

Descripción de la tarea de los panelistas: A los panelistas se les pidió evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, en una escala de 4 puntos. Para ello los panelistas marcaron una categoría en la escala, que va desde "me gusta mucho" hasta

"me disgusta mucho". En esta escala fue permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

Presentación de las muestras: Las muestras se presentaron en platos idénticos y codificados. El orden en que se presentó la muestra a los panelistas también fue aleatoria. Las muestras se presentaron simultáneamente ya que le permitió a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo deseaban, además permitía hacer comparaciones entre las muestras.

3.6 Análisis bromatológico proximal ⁽³⁾

El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, ya que se debe conocer sus características y componentes mediante el desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos, así como la habilidad para producirlos seguros, nutritivos y deseables para el consumidor. Se da el nombre de Análisis Bromatológico Proximal al conjunto de determinaciones que describen la composición nutritiva de una sustancia alimenticia y comprende las determinaciones de: humedad o sustancias volátiles a 100 °C, extracto etéreo o grasa bruta, cenizas o material mineral, fibra cruda, proteína y carbohidratos.

Este análisis fue ideado en la estación experimental agrícola de Weende a mediados del siglo XIX, como metodología para caracterizar alimentos para animales y si bien es cierto que esta es su principal aplicación, su uso se ha extendido a prácticamente todas las sustancias alimenticias que puedan reducirse al estado de harina.

3.7 Cuantificación de minerales ⁽⁶⁾

Para el análisis de minerales, el método más utilizado es el de Espectrofotometría de Absorción Atómica, el cual consiste en que los átomos libres producidos en un atomizador a partir de una muestra pueden absorber radiación de su longitud de onda específica de resonancia generada por una fuente externa (cátodo hueco o una lámpara de descarga sin electrodos). Si la luz de esta longitud de onda específica pasa a través del atomizador que contiene el vapor atómico del elemento, parte de la luz será absorbida, y el grado de absorción será proporcional a la densidad de átomos en el paso de la luz. Es un método práctico y sensible por el que se pueden determinar macroelementos (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre) y microelementos (hierro, manganeso, cobre y zinc), luego de ser liberados de material orgánico por residuo seco. Se diluye el residuo en ácido y la solución se aplica a la llama del aparato de absorción atómica, analizando la emisión del metal a una longitud de onda específica. Existen otros métodos para el análisis de minerales, los cuales son: Espectrofotometría, fluorometría, espectrometría de absorción atómica de horno de grafito, espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros, espectrometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente, espectrometría de masa de plasma acoplado inductivamente

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 Diseño Metodológico

4.1 Tipo de estudio

- Experimental: A través de esta investigación se determinó el contenido nutricional: carbohidratos, grasas, proteínas, fibra cruda, ceniza, materia seca y cuantificación de minerales: zinc, potasio, hierro, fósforo, magnesio y calcio en pupusas de maíz con rellenos de hojas de *Moringa oleífera*, pupusa con hojas de *Moringa oleífera* con quesillo, pupusas con relleno de quesillo y tortilla de maíz en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
- Transversal: A través de esta investigación se permitió analizar aspectos relacionados a la nutrición de la población en general.
- Bibliográfico: Los parámetros nutricionales fueron comparados con los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Food and Drug Administration (FDA).

4.2 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica se realizó en las siguientes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Florentino Idoate "José Simeón Cañas" Universidad Centroamericana
- Internet.

4.3 Investigación de campo

- **Universo:** Todas las pupusas elaboradas a base de maíz con diferentes rellenos que son consumidas por la población.
- **Muestra:** Conformada por las pupusas con los diferentes rellenos: hojas de moringa, hojas moringa con quesillo, pupusas con relleno de quesillo, y tortillas de maíz.

4.4 Parte experimental

4.4.1 Recolección del material vegetal

Las hojas de *Moringa oleífera* se recolectaron directamente del tercio medio de los árboles de *Moringa oleífera* ubicados en la zona del cantón Tierra Blanca, jurisdicción de Zacatecoluca, Departamento de La Paz. La cantidad de hojas colectadas fue un aproximado de 7 libras, se colocaron en bolsas Ziploc y posteriormente se transportaron en hielera con una temperatura aproximada de 4 °C, estas se trasladaron al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para la elaboración de las pupusas.

- Preparación del material vegetal

Las hojas recolectadas se lavaron con suficiente agua de grifo, y agua destilada para eliminar el polvo y otros contaminantes que pudieran estar presentes, posteriormente se trituraron para garantizar la homogenización utilizando un triturador de acero inoxidable, para obtener el material de relleno de las pupusas.

4.4.2 Materias primas utilizadas para la elaboración de las pupusas.

- Harina de maíz Nixtamalizada donada por HARISA
- Quesillo del supermercado de Ilobasco
- Hojas de *Moringa oleífera* recolectadas en la zona del cantón Tierra Blanca, jurisdicción de Zacatecoluca, Departamento de La Paz.

Para la elaboración de las pupusas y tortillas de maíz, inicialmente se procedió a determinar la cantidad necesaria de cada uno de los ingredientes a utilizar y se registró su peso para garantizar que las pupusas y las tortillas tuvieran similar peso y obtener una muestra homogénea.

Las pupusas elaboradas fueron las siguientes:

- Pupusa de maíz rellena con hojas de *Moringa oleífera*.
- Pupusa de maíz rellena con hojas de *Moringa oleífera* con quesillo.
- Pupusa de maíz con relleno de quesillo.
- Tortillas de maíz.

Debido a que los análisis se realizaron por triplicado se elaboraron 30 pupusas de cada tipo de relleno obteniendo tres muestras para cada tipo de pupusas y 30 tortillas de maíz, que se sometieron al análisis bromatológico proximal, y la determinación de minerales.

Para la realización de la prueba hedónica se elaboraron 10 pupusas extras con relleno de hojas de moringa y 10 pupusas con relleno de hojas de moringa con quesillo haciendo un total de 40 pupusas con estos tipos de relleno. Tomando en cuenta que se realizó por triplicado todas las determinaciones se calculó de la siguiente manera: (Ver Tabla N°1).

Para cada muestra se utilizó 10 pupusas. ⁽²³⁾

Para una muestra= 1 muestra x 13 análisis x 3 repeticiones = 39 análisis

El total de análisis = 12 muestras x 13 análisis x 3 repeticiones = 468 análisis

Tabla N° 1. Análisis a realizar a las muestras

Pupusas de maíz con relleno de:	Identificación de la muestra	Cantidad de pupusas por muestra.	Análisis	Total de análisis
Hojas de <i>Moringa oleífera</i>	1 ^a	10 Unidades	- Humedad - Materia seca - Proteínas - Grasas - Fibra cruda - Carbohidratos - Cenizas - Zinc - Potasio - Hierro - Fósforo - Calcio - Magnesio	39
	1B	10 Unidades		39
	1C	10 Unidades		39
Hojas de <i>Moringa oleífera</i> con queso.	2A	10 Unidades		39
	2B	10 Unidades		39
	2C	10 Unidades		39
Quesillo	3A	10 Unidades		39
	3B	10 Unidades		39
	3C	10 Unidades		39
Tortilla de harina de maíz.	4A	10 Unidades		39
	4B	10 Unidades		39
	4C	10 Unidades		39
			Total	468

4.4.3 Preparación y elaboración de las pupusas y tortillas a base de harina de maíz.

Previo a la elaboración de las tortillas de maíz se tomó en cuenta la cantidad de masa que puede ser moldeada según el tamaño de la mano, pesando esa cantidad para tomar de referencia los gramos de masa total para las tortillas; y para las pupusas se sustituyó parte de la cantidad de masa por el relleno teniendo en cuenta que el relleno se toma con la punta de los dedos, se pesó y así se obtuvo la cantidad total de relleno en gramos utilizado como referencia para las pupusas. Por lo tanto cada materia prima fue pesada para obtener pesos similares y garantizar homogeneidad en las muestras.

Para la elaboración de las pupusas se realizó de la siguiente manera (Ver figura N° 9) teniendo las siguientes consideraciones:

- El relleno adicionado depende según el tipo de pupusa a elaborar y los ingredientes previamente pesados según el caso. (Ver figura N°10)
- Dejar enfriar, y transportar en recipientes herméticos hacia los laboratorios para sus respectivos análisis. (Ver anexo N° 1).

Elaborando un total de 30 pupusas de cada tipo de relleno y 30 tortillas de maíz para el análisis a realizar. (Ver anexo N° 2 Tabla N° 33-36).

NOTA. Las pupusas que derramaban el relleno durante su cocción no fueron tomadas en cuenta para la muestra.

Figura N°9: Procedimiento de elaboración de Pupusas con los diferentes rellenos y Tortilla de maíz.

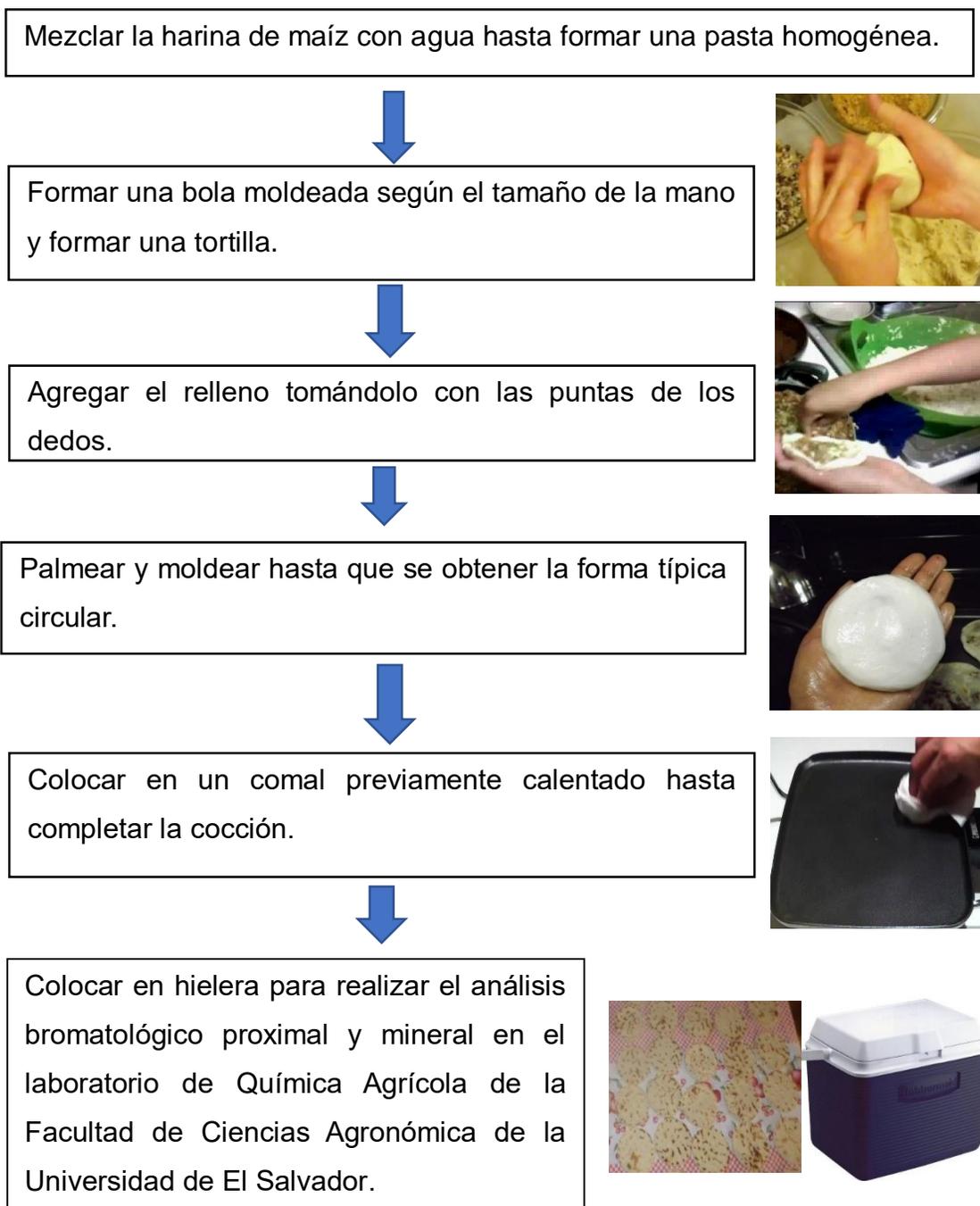


Figura N°10.Composición de la Tortilla de maíz y cada tipo de pupusa

TORTILLA DE MAÍZ

77g aproximadamente de masa de harina de maíz.



PUPUSA CON RELLENO DE HOJAS DE MORINGA

52g aproximadamente de masa de harina de maíz
+25 g de hojas de moringa.



PUPUSA CON RELLENO DE MORINGA CON QUESILLO

52g aproximadamente de masa de harina de maíz
+ 12.5 g de Moringa
+ 12.5 g de quesillo.



PUPUSA CON RELLENO DE QUESILLO

52g aproximadamente de masa de harina de maíz
+25g de quesillo.



4.5 Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales

A las pupusas y tortillas elaboradas se les realizó el análisis bromatológico proximal el cual consta de: humedad, materia seca, cenizas, carbohidratos, grasas, proteínas, fibra cruda; y se cuantifico los siguientes minerales: zinc, potasio, hierro, fósforo, calcio y magnesio.

4.5.1 Humedad parcial (Ver anexo N° 3, literal a)

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura 19)

- Pesar la bandeja vacía previamente identificada.
- Cortar en trocitos 10 pupusas correspondientes a la muestra de cada tipo de relleno.
- Pesar las 10 pupusas en trocitos sobre la bandeja de aluminio previamente tarada.
- Anotar el peso de bandeja con muestra.
- Colocar las bandejas en la estufa a 65 °C durante 24 horas.
- Enfriar las bandejas en un desecador por 30 minutos y pesar
- Posteriormente triturar las muestra secas en triturador de acero inoxidable y colocar en bolsas con sello hermético (Ziploc).

Este mismo procedimiento se realizó para las tres muestras de pupusas de los diferentes rellenos y para las tortillas de maíz.

4.5.2 Determinación de humedad total ⁽³⁾

Fundamento

La cantidad de agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105 °C durante cinco horas y presión de 100 mm de Hg.

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura N°20)

- Calentar a 105 °C en una estufa de vacío una caja de aluminio durante un período de 2 horas.
- Enfriar la caja de aluminio en desecador durante 30 minutos y pesar en balanza analítica para tener el peso de la caja de aluminio vacía o tara de caja de aluminio (anotar el peso).
- En la caja de aluminio tarada pesar 2 gramos de muestras evaluadas previamente homogeneizadas (anotar el peso).
- Colocar destapada la caja de aluminio con la muestra en la estufa de vacío (previamente calentada a 105 °C) durante 5 horas. Ajustar la presión del vacío a 100 mm de Hg.
- Retirar la caja de la estufa, tapar y poner en desecador para que enfríe durante 30 minutos.
- Pesar y registrar los pesos. Determinar el porcentaje de humedad mediante la ecuación A.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado.

Ecuación A

$$\% \text{ de Humedad Total} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Donde:

Pérdida de peso = (peso de caja mas muestra antes de secar - peso de caja mas muestra despues de secar).

Peso de muestra = (peso de caja con muestra antes de secar - peso de caja vacia).

4.5.3 Determinación de nitrógeno proteico Método micro kjeldahl ⁽³⁾

Fundamento (Ver anexo N° 3, literal b, e, f, g, h, i)

Este método se divide en tres etapas:

- a) Digestión: Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado el cual actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.
- b) Destilación: Liberación del amoníaco formado, recogiéndolo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.
- c) Titulación: El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo.

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura N°21)

Digestión

Pesar en papel filtro más o menos 0.1 g de la muestra de pupusas previamente molido y colocarla en un tubo tecator para micro kjeldahl de 250 mL.

- Agregar al tubo tecator, que contiene la muestra pesada: 6.0 mL de ácido sulfúrico, 3 g de la mezcla de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre).
- Agitar durante 5 minutos ésta mezcla y colocar los tubos en el equipo de digestión Kjeldhal, al mismo tiempo conectar el sistema de extracción de vapores y condensación de gases. Retirar los tubos cuando la solución se torne de color azul o verde. (Ver anexo N° 5, figura 32)

Destilación

- Dejar enfriar el tubo y agregar aproximadamente 80 mL de agua destilada, esperar a que enfríen nuevamente.
- Colocar el tubo en el equipo de destilación.
- En un erlenmeyer de 250 mL colocar 25 mL de la solución de ácido bórico más indicadores y colocarlo en el aparato de destilación (solución de color rojo)
- Agregar 60 mL de solución de hidróxido de sodio al 40%.
- Recibir el destilado en el erlenmeyer de 250 mL el que debe estar en el aparato de destilación después de 5 minutos de trabajo del mismo (hasta que complete la destilación se observará un cambio del indicador de rojo a verde.
- Dejar enfriar el tubo por 10 a 15 minutos y luego retirarlo

Titulación

- Titular el destilado obtenido con solución de ácido clorhídrico 0.1 N empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo titular hasta un cambio de color del indicador que va de verde a rojo.
- Determinar la cantidad de nitrógeno en la muestra mediante la ecuación B.
- Realizar los mismos procedimientos para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado.
- Para determinar el % de proteína cruda se utiliza la ecuación C.

Ecuación B

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{mL HCl muestra}) \times \text{N de HCl} \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Dónde: 0.014 es milliequivalente del nitrógeno

Ecuación C

% de proteína cruda = % de Nitrógeno x 6.25

El factor de 6.25 se aplica a la mayoría de proteínas animales y vegetales ya que se asume que en su composición poseen entre 16% a 19% de N, cuando se trate de otro tipo de muestra, se debe buscar el factor correspondiente.

4.5.4 Determinación de extracto etéreo ⁽³⁾

Fundamento

El éter se evapora y se condensa continuamente, al pasar a la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un balón de fondo plano y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el balón se seca y se pesa.

Preparación de material de vidrio y dedales". (Ver anexo N°3, literal c)

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura N°22).

- Pesar en papel filtro más o menos 2 gramos de la muestra de pupusas a la que se le ha determinado la humedad a 105 °C y colocarlos en un dedal de extracción limpio y seco. Anotar el peso como "peso seco
- Cubrir la muestra de pupusas pesada con un papel filtro de casi igual diámetro al interior del dedal o utilizar algodón. Esto permite que el éter se distribuya de forma uniforme.
- Colocar el dedal con la muestra pesada en el porta muestra y se fijará bajo el condensador del equipo de extracción.
- Pesar el balón limpio y seco.
- Agregar 150 mL de éter al balón de fondo plano y colocarlo sobre el condensador.

- Abrir la llave del agua que enfría el condensador.
- Observar si hay escapes de éter después de que este comienza a ebulir y condensarse. Cuando el nivel del éter en el balón de grasa baje y suba constantemente (debido a que una porción siempre está volatilizándose y otra condensándose), el aparato puede dejarse solo y realizar observaciones periódicas. El periodo de extracción es de 8 horas.
- Después de que la extracción se complete, baje los condensadores y permita que el dedal drene completamente.
- Remover las muestras y colocar en beaker para recoger el éter.
- Colocar nuevamente los balones con grasa y destile el éter.
- Poco antes de que el éter en los balones de grasa se evapore hasta sequedad, remover los balones de grasa.
- Vaciar el éter destilado en un recipiente especial para conservar el éter usado.
- Completar la evaporación del éter que queda en los balones de grasa, dejándole sobre la mesa de trabajo por un tiempo.
- Secar los balones con grasa en una estufa a 100 °C, después enfriarlos en el desecador a temperatura ambiente y pesarlos (anote el peso).
- Determinar el porcentaje de extracto etéreo mediante la ecuación D.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado.

Ecuación D

$$\% \text{ de Extracto Etereo} = \frac{\text{Peso de E. E}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Dónde:

Peso de E. E= (peso del balón más extracto etéreo) - (peso de balón vacío)

Peso de muestra= (peso de papel filtro más muestra) – (peso de papel filtro Vacío).

4.5.5 Determinación de fibra cruda ⁽³⁾

Fundamento

Consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali del material. La muestra se lava después con etanol, se seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación.

Procedimiento (Ver anexo N°3, literal j, k, m) (Ver anexo N°4, figura N°23).

- Colocar la muestra desengrasada que se obtuvo mediante el análisis de extracto etéreo, en un beaker de 600 mL que contenga 200 mL de solución ácido sulfúrico al 1.25%.
- Colocar el beaker en el aparato de digestión, dejar ebullición exactamente 30 minutos girando el beaker cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.
- Retirar el beaker del aparato de digestión al terminar los 30 minutos; filtrar a través de la tela especial puesta en el embudo y recibir las aguas del lavado en un beaker limpio.
- Lavar el residuo que queda sobre el filtro con agua destilada hirviendo, hasta que el agua de lavado no presente reacción ácida, lo que se comprueba con el indicador anaranjado de metilo.
- Al beaker original se le agregan 200 mL de solución de NaOH 1.25% se lleva a ebullición.

- Ebulir durante 30 minutos, lavar siempre con agua destilada hirviendo como en el paso anterior y comprobar ausencia de reacción alcalina agregando gotas de fenolftaleína, hasta que no de coloración rosa.
- Pasar el residuo cuantitativamente a un Crisol FOSS con malla sinterizada, y colocarlo en el frasco kitasato.
- Agregar 15 mL de etanol y filtrar aplicando vacío.
- Secar el crisol y su contenido en una estufa a una temperatura de 105 °C durante 2 horas, poner en un desecador y pesar en balanza analítica digital.
- Calcinar a 600 °C durante 30 minutos, poner en desecador, enfriar y pesar.
- La pérdida de peso es considerada como fibra cruda y se determina mediante la ecuación E.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado.

Ecuación E

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{pérdida de peso después de calcinada a } 600^{\circ}\text{C}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

4.5.6 Determinación de carbohidratos solubles o extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) ⁽³⁾

Esta fracción es calculada con base en las otras determinaciones.

Ecuación F

$$\% \text{ E.L.N} = 100 - (\% \text{ Cenizas} + \% \text{ Nitrógeno} + \% \text{ Extracto etéreo} + \% \text{ fibra cruda}).$$

Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado, para obtener el porcentaje de carbohidratos solubles.

4.5.7 Determinación de cenizas ⁽³⁾

Fundamento

La destrucción de la materia orgánica por incineración de cada muestra se lleva a cabo en un horno de mufla a temperatura de 550 °C por un período de 2 horas, quedando sólo el material inorgánico llamado ceniza que no se destruye a esta temperatura.

Procedimiento (Ver anexo N° 3, literal d) y (Ver anexo N° 4, figura N°24).

- Colocar el crisol limpio e identificado en un horno de mufla, calentar a 550 °C por una hora.
- Sacar el crisol del horno mufla, colocar en un desecador y enfriar durante 30 minutos.
- Pesar el crisol vacío en una balanza analítica digital (peso de crisol vacío o crisol tarado), anotar el peso.
- Pesar en una balanza analítica digital aproximadamente 2 gramos de muestra (de pupusas o de tortilla de maíz), a la que ya se le ha determinado la humedad, en el crisol de porcelana tarado.
- Colocar el crisol en el horno de mufla y mantener a temperatura de 550 °C durante 2 horas; controlar la temperatura. (Ver anexo N° 5, figura N° 33).
- Retirar el crisol del horno de mufla, colocar en el desecador durante 30 minutos y pesar (anotar este peso).
- Guardar la muestra de ceniza para la solubilización y determinación de minerales.

- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado. Realizar los cálculos según ecuación G.

Ecuación G

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Donde :

peso de ceniza = (peso de crisol + ceniza) – (peso de crisol vacío)

peso de muestra = (peso de crisol mas muestra – peso de crisol vacío) .

4.6 Análisis del contenido de minerales por el Método Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama ⁽³⁾

Fundamento

Al suministrar una determinada cantidad de energía a un átomo cualquiera en estado fundamental (E_0). Esta es absorbida por el átomo de tal forma que se incrementara el radio de giro de sus electrones de la capa externa llevando al átomo a un nuevo estado energético (E_1) que llamamos excitado. Cuando este vuelve a su estado fundamental cede una cantidad de energía cuantitativamente idéntica a su energía de excitación, emitiendo radiaciones a longitudes de onda determinada. Cuando los átomos en estado fundamental se encuentran con las radiaciones que ellos mismos son capaces de emitir, se produce una absorción de las mismas, pasando los átomos del estado fundamental al excitado. El fenómeno de absorción de radiaciones a determinadas longitudes de onda en el caso particular en que el medio absorbente sean los átomos en estado fundamental, se conoce como espectroscopia de absorción atómica.

4.6.1 Preparación de la solución de cenizas para la determinación de minerales ⁽³⁾

Fundamento

La ceniza se trata con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, se agita y calienta cerca del punto de ebullición. Después se filtra a través de un papel filtro whatman N° 42 libre de cenizas quedando en el filtrado los minerales y en el papel filtro sílice.

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura N°25).

- Agregar al crisol que contiene las cenizas 5 mL de HCl concentrado medidos con probeta.
- Añadir con probeta 20 mL de agua destilada, poner el crisol en hotplate más o menos a 100 °C y evaporar el líquido hasta aproximadamente 10 mL. (Realizar en cámara de extracción de gases). (Ver anexo N° 5, figura N°34).
- Enfriar la solución a temperatura ambiente.
- Filtrar, utilizando papel whatman N° 42 y continuar lavando el crisol con porciones de agua destilada hasta que esté libre de residuo. Recibir en balón volumétrico de 100 mL limpio y seco.
- Aforar el balón con agua destilada, rotular y conservar la solución para la determinación de minerales.

Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz por triplicado.

4.6.2 Determinación de Zinc ⁽³⁾

Procedimiento

Preparación del Blanco: (Ver anexo N° 4, figura N°26).

- Agregar en un balón volumétrico de 10.0 mL, 5.0 mL de ácido clorhídrico diluido llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
- Colocar esta solución en el equipo de Absorción Atómica y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Preparación Soluciones Estándar (Ver Anexo N° 6, literal a).

- A partir de la solución madre de zinc [1000 ppm Zn] preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.05, 0.1, 0.5 y 1.0 ppm, llevar a volumen utilizando ácido clorhídrico (1:50).

Muestra

- Pipetear 25.0 mL del filtrado obtenido en la solubilización de cenizas de la muestra a un balón volumétrico de 100.0 mL, llevar a volumen con agua destilada. La muestra tratada puede ser utilizada directamente en caso de que la concentración de Zn en la muestra sea pequeña.
- Colocar la muestra en equipo de Absorción Atómica y leer.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre triplicado obtenidos de la solución de cenizas.

Medición

Longitud de onda = 213.86 nm

Rango de concentración de curva de calibración: 0.05 -1.0 µg/mL.

4.6.3 Determinación de potasio ⁽³⁾

Procedimiento. (Ver anexo N° 4, figura N°27)

Preparación del blanco

- Agregar 2.5 mL de ácido clorhídrico diluido (1:50) en un balón volumétrico de 100.0 mL, llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
- Colocar esta solución en el equipo y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Preparación Soluciones Estándar (Ver Anexo N° 6, literal b)

- A partir de la solución madre de Potasio (1000.0 ppm K) preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- Hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.1, 0.5, 1.0 µg/ml, llevar a volumen utilizando ácido clorhídrico (1:50).

Muestra

- De la muestra tratada pipetear 25.0 mL del filtrado a un balón volumétrico de 100.0 mL, llevar a volumen con agua destilada. La muestra tratada puede ser utilizada directamente en caso de que la concentración de Potasio en la muestra sea baja.

Medición

Longitud de onda: 766.5 nm

Rango de concentración de curva de calibración: 0.1-1.0 µg/mL.

4.6.4 Determinación de Hierro ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N° 4, figura N°28)

Preparación del Blanco.

- Agregar en un balón volumétrico de 100.0 mL, 5.0 mL de ácido clorhídrico, llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
- Colocar esta solución en el equipo de Absorción Atómica y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Preparación Soluciones Estándar (Ver Anexo N° 6, literal c)

- A partir de la solución madre de hierro [1000 ppm Fe] preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar 0.3, 2.0 y 6.0 ppm de hierro, llevar a volumen utilizando ácido clorhídrico (1:50).

Muestra

- Pipetear 25.0 mL del filtrado obtenido en la solubilización de cenizas de la muestra a un balón volumétrico de 100.0 mL, llevar a volumen con agua destilada. La muestra tratada puede ser utilizada directamente en caso de que la concentración de hierro en la muestra sea pequeña.
- Colocar la muestra en equipo de Absorción Atómica y leer.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado obtenidos de la solución de cenizas.

Medición.

Longitud de onda: 248.3 nm

Rango de concentración de curva de calibración: 0.3 ~ 6 µg/mL.

4.6.5 Determinación de fósforo en alimentos. Método Colorimétrico ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N° 3, literal n) (Ver anexo N° 4, figura N° 29)

Tratamiento de la muestra

- Pesar en una balanza analítica 2.0 g de muestra que ha sido previamente secada y homogeneizada.
- Colocar la muestra en un crisol y calcinar en una mufla a 600 °C durante 4 horas.
- Enfriar la muestra y agregar 5 ml de HCl concentrado y 10 mL de agua destilada calentar hasta cerca del punto de ebullición.
- Enfriar y filtrar en Whatman N° 42 y recibir en balón 100 mL y llevar a volumen con agua destilada.
- Guardar esta solución para la cuantificación de fósforo.

Preparación de la curva de calibración (Ver Anexo N° 6, literal d)

- Preparar una curva de calibración del equipo utilizando una solución patrón de 1,000 ppm de fósforo.
- Tomar 5, 10,20 y 30 ml de la solución y transferir a balones volumétricos de 50 ml. La concentración teórica de los estándares es de 0,5.0, 10.0, 20.0, y 30.0 ppm de P₂O₅ respectivamente.
- Pipetear 5 ml del estándar y transferir a un tubo de ensayo.
- Añadir 2 ml de solución Molibdato-Vanadato, agitar y dejar en reposo durante 30 minutos.
- Graficar los datos obtenidos de concentración contra absorbancia en una hoja de cálculo. Después de corroborar la linealidad del método, inicie la lectura de las muestras.

Preparación y lectura de las muestras.

- Pipetear 5 ml del filtrado y transferir a un tubo de ensayo.
- Añadir 2 ml de solución Molibdato-Vanadato, agitar y dejar en reposo durante 30 minutos.
- Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 400 nm. Llevar un blanco para ajustar el cero de absorbancia en el equipo.
- Para calcular la concentración de Fósforo en las muestras utilice la siguiente fórmula:

Ecuación H: Ley de Beer-Lambert:

$$C_{Mx} = \frac{A_{Mx} \times C_{St}}{A_{St}} \times FD$$

Dónde:

C_{Mx} : Concentración de la muestra.

A_{Mx} : Absorbancia de la muestra.

C_{St} : Concentración del estándar.

A_{St} : Absorbancia del estándar.

FD: Factor de Dilución de la muestra.

4.6.6 Determinación de Calcio ⁽³⁾

Procedimiento: (Ver anexo N° 4, figura N°30)

Preparación del blanco

- Agregar en un balón volumétrico de 100.0 mL, 5.0 mL de ácido clorhídrico diluido y 6.0 mL de solución de cloruro de lantano 50 g/L llevar a volumen con agua destilada y homogeneizar, (Ver anexo N° 3, literal o).
- Colocar esta solución en el equipo de Absorción Atómica y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Preparación de soluciones Estándar (Ver anexo N° 6, literal e)

- A partir de la solución madre de calcio [1000 ppm Ca] preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.3, 2.0 y 6.0 ppm Ca.

Muestra

- Pipetear 25.0 mL del filtrado obtenido en la solubilización de cenizas de la muestra a un balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar 6.0 mL de solución de cloruro de lantano (50 g/L). Llevar a volumen con agua destilada.
- Colocar la muestra en equipo de Absorción Atómica y leer.
- En caso de ser necesario, realizar diluciones adecuadas de la muestra tratada.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado obtenidos de la solución de cenizas.

Medición.

Longitud de onda: 422.7 nm

Rango de concentración de curva de calibración: 0.3 - 6µg/mL

4.6.7 Determinación de Magnesio ⁽³⁾

Procedimiento:(Ver anexo N° 4, figura N° 31)

Preparación del blanco

- Agregar en un balón volumétrico de 100.0 mL, 5.0 mL de ácido clorhídrico diluido y 6.0 mL de solución de lantano (50 g/L), llevar a volumen con agua destilada y homogeneizar.

- Colocar esta solución en el equipo de Absorción Atómica y leer. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Preparación de soluciones Estándar. (Ver anexo N° 6, literal f)

- A partir de la solución madre de magnesio [1000 ppm Mg] preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.05, 0.1, 0.5 y 1.0 ppm de Mg.

Muestra

- Pipetear 25.0 mL del filtrado obtenido en la solubilización de cenizas de la muestra a un balón volumétrico de 100.0 mL, adicionar 6.0 mL de solución de Lantano (50 g/L). Llevar a volumen con agua destilada.
- Colocar la muestra en equipo de Absorción Atómica y leer.
- En caso de ser necesario, realizar diluciones adecuadas de la muestra tratada.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y las muestras de tortillas de maíz siempre por triplicado obtenidas de la solución de cenizas.

Medición.

Longitud de onda: 485.2 nm.

Rango de concentración de curva de calibración: 0.05 ~ 5 µg/mL.

4.7 Metodología Estadística (2, 6)

Después de obtener los resultados del análisis bromatológico proximal y cuantificación de minerales se utilizó un análisis estadístico paramétrico

(ANOVA y prueba t) basado en los datos que cumplen con los supuestos de normalidad y para aquellos datos que no cumplen la normalidad se aplicó (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Wilcoxon); utilizando la media de los resultados y así determinar si existe diferencia significativa entre las muestras en estudio.

Para el análisis estadístico se planteó las siguientes hipótesis

- Hipótesis Nula: Las medias del porcentaje obtenido en cada análisis de los tres tipos de rellenos de pupusas y tortillas de maíz no presenta diferencia significativa.
- Hipótesis alterna: Las medias del porcentaje obtenido de cada análisis de los tres tipos de rellenos de pupusas y tortillas de maíz presenta diferencia significativa.
- Nivel de confianza: 95%
- Alfa: 0.05 (5%).

Los resultados obtenidos de la prueba hedónica fueron tabulados y presentados en gráficos utilizando el programa Microsoft Excel 2013 facilitando la interpretación de resultados en cuanto al nivel de aceptación o rechazo.

4.8 Procedimiento para la realización de la Prueba Hedónica

4.8.1 Análisis Sensorial

Después de 30 minutos de elaboradas las pupusas se procedió a realizar la evaluación sensorial de las pupusas con relleno de hojas de moringa y pupusas con relleno de moringa con quesillo, en la Facultad de Ciencias

Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Contando con 30 panelistas de ambos sexos y diferentes edades quienes evaluaron los dos diferentes tipos de pupusa.

Para la evaluación de la prueba hedónica se utilizaron las 10 pupusas extras y se fracciono cada pupusa en 4 porciones para colocarlas previamente en un plato codificadas como: R1 (pupusa con relleno de hojas de *Moringa oleífera* con quesillo), R2 (pupusa con relleno de hojas de *Moringa oleífera*) y se explicó la manera correcta de realizar el llenado del instrumento posteriormente se entregaron las dos formulaciones de pupusas, en platos idénticos.

Las características sensoriales a evaluaron fueron: color, sabor y textura; para ellos los panelistas las clasificaron en: me gusta mucho, me gusta poco, no me gusta ni disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho. (Ver anexo N° 7).

4.8.2 Elaboración del tríptico

Con los resultados obtenidos se elaboró un tríptico informativo, el cual contenía una breve introducción sobre la investigación realizada, la importancia de una buena nutrición y los resultados obtenidos sobre el análisis nutricional de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz, se dio a conocer a los estudiantes de los diferentes niveles de la carrera de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis Bromatológico Proximal

Después de realizar el análisis bromatológico proximal de las muestras de pupusas a base de maíz con diferentes rellenos y las tortillas de maíz cada uno de los datos se tabularon y se compararon entre sí para evaluar el aporte proporcionado por las hojas de moringa. Los resultados son expresados bajo el término “tal como ofrecido”, en unidades de porcentaje (g por cada 100 g) de muestra consumida.

Debido que no se cuenta con bibliografía que incluya la composición nutricional de pupusas con rellenos de hojas de moringa, moringa con queso y pupusa con relleno de queso; estos datos fueron discutidos en base a la ingesta diaria que una persona requiere, para tener una buena nutrición basados en los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Food and Drug Administration (FDA), **además de** verificar si las hojas de moringa como relleno para pupusas mejoran la calidad nutricional en comparación con la tortilla de maíz o pupusa con relleno de queso. (Ver Anexo N°8 y Anexo N°9)

5.1.1 Humedad Total

Después de realizar la determinación de humedad como se describe en la metodología se tabularon los datos obteniendo los siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°39).

La tabla N° 2 muestra el promedio de humedad obtenido en las pupusas con los diferentes rellenos y en la tortilla de maíz, de la cual las pupusas con relleno de hojas de *Moringa oleífera* con queso presentó mayor contenido de agua

79.00 %, a diferencia de la tortilla de maíz de 57.47 %, por lo tanto en esta investigación se comprueba que la pupusa con la mezcla de los dos ingrediente moringa con queso, incremento el contenido de agua con respecto a la tortilla de maíz, siendo la determinación del contenido de humedad necesaria para calcular el valor nutritivo del producto alimenticio y expresar los resultados de las determinaciones analíticas en una base uniforme.

Tabla N° 2. Comparación de medias de porcentaje de humedad de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones %			Promedio Total (%)
	A	B	C	
Hojas de Moringa	66.72	66.20	66.39	66.44
Hojas de Moringa con queso	79.57	79.20	78.23	79.00
Queso	58.65	59.10	58.43	58.73
Tortilla de maíz	55.75	57.75	58.91	57.47

Tabla N° 3. Diferencia de medias utilizando prueba t para el porcentaje de humedad de las pupusas y la tortilla de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media grupo (1)	Media grupo (2)	Diferencia de Medias	t	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	66.44	79.00	-12.56	-47.74	<0.0001
Moringa – Queso	9	66.44	58.73	7.71	45.93	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	66.44	57.48	8.96	18.56	<0.0001
Moringa con queso - Queso	9	79.00	58.73	20.27	75.30	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	79.00	57.48	21.53	40.86	<0.0001
Queso - Tortilla de maíz	9	58.73	57.48	1.26	2.59	0.0294

Mediante el análisis estadístico indicado en la tabla N°3 realizado a las muestra el valor de P es inferior a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre los tipos de pupusas con los diferentes rellenos y la tortillas de maíz en cuanto a porcentaje de humedad; observando que la mayor diferencia se encuentra entre la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso y la tortilla de maíz que difieren en 21.53 % de humedad aportado por el relleno.

Tabla N° 4. Comparación de contenido de agua de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz con valores según la OMS.

Pupusas con relleno de:	Promedio Total (L)	L/Día según OMS
Hojas de Moringa	0.06644	1.5 - 2.5 L además del agua contenida en los alimentos
Hojas de Moringa con queso	0.07900	
Quesillo	0.05873	
Tortilla de maíz	0.05747	

En la tabla N° 4 observamos los requerimientos diarios recomendados por la OMS en cuanto al contenido de agua que se debe consumir al día para mejorar la funcionalidad del organismo humano así como la realización de las actividades de 1.5 a 2.5 L diarios de agua; valores que al ser comparados con los aportados por las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz muestra que los resultados obtenidos no contiene cantidades apreciables; sin embargo esta cantidad de agua en el alimento forma parte de la cantidad total que se debe consumir según la necesidad diarias y complementar la cantidad de agua requerida a través de otros medios.

5.1.2 Materia seca

Después de la determinación de humedad a las muestras de pupusas y tortillas de maíz se procedió a calcular la cantidad de materia residual después de eliminar la humedad, es decir la materia seca total.

Después de eliminar el contenido de agua del alimento, se obtiene la materia seca tal como muestra la tabla N° 5 donde el mayor contenido promedio es de 42.52 g/100 g de la tortilla de maíz valor muy cercano con la pupusa con relleno de queso de 41.26 g/100 g, sin embargo la pupusa con relleno de hojas de moringa contiene 33.55 g/100 g y la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso de 20.87 g/100 g de materia seca ; es decir que esta es la cantidad de alimento que proporciona un alto contenido de nutrientes que serán aprovechados por el organismo.

Tabla N° 5. Comparación de medias de porcentaje de materia seca de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones (g)			Promedio Total (g)
	A	B	C	
Hojas de Moringa	33.27	33.79	33.60	33.55
Hojas de Moringa con queso	20.42	20.42	21.76	20.87
Queso	41.34	40.89	41.56	41.26
Tortilla de maíz	44.24	42.24	41.08	42.52

5.1.3 Determinación de proteína cruda ⁽⁴⁾

Se determinó el contenido proteico de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz a partir del contenido de nitrógeno por el método Kjeldahl, siguiendo la metodología antes descrita, la determinación de proteína se

obtiene multiplicando el nitrógeno obtenido por el factor 6.25 establecido por la AOAC que corresponde al porcentaje de nitrógeno que contiene en promedio las muestras, en este estudio se obtuvieron los resultados siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°40). (8,27)

Tabla N° 6. Comparación de medias de porcentaje de proteína cruda de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones g/100 g			Promedio de proteína g/100 g	Proteína diaria según FAO/OMS
	A	B	C		
Hojas de Moringa	4.26	4.26	4.26	4.31	Niños 9 – 48 g Mujeres 52 – 55 g Hombres 61 – 62 g
Hojas de Moringa con queso	3.30	3.30	3.30	3.35	
Quesillo	8.55	8.55	8.55	8.60	
Tortilla de maíz	3.80	3.80	3.80	3.72	

La tabla N°6 muestra los resultados obtenidos en cada una de las muestras de pupusas con su tipo de relleno y en este estudio los valores indicaron un alto contenido proteico para la pupusa con relleno de hojas moringa de 4.31 g/100 g comparada con el aportado por la tortilla de maíz permitiendo consumir proteína de origen vegetal, no así para la pupusa con relleno de queso de 8.60 g/100 g con mayor porcentaje proteico debiéndose este resultado a que el relleno utilizado es un derivado lácteo; Por otro lado el contenido de proteína diaria sugerido por la FAO en conjunto con la OMS para un niño con edad entre 1- 17 años debe de ser de 9 a 48 g/100 g al día, por lo que al incluir pupusas con relleno de hojas de moringa en su alimentación estará dando un importante aporte de proteína al organismo humano.

Además el análisis estadístico demostró que existe una diferencia estadística entre los tipos de rellenos estudiados como se indica en la tabla N° 7, es decir

que el contenido proteico dependerá de tipo de relleno adicionado donde la hojas de moringa incrementa el contenido proteico en relación con la tortilla de maíz.

Tabla N° 7. Comparación de medias de porcentaje de proteína cruda con la prueba de Wilcoxon.

Grupos de Rellenos de pupusas	N	Media grupo(1)	Media grupo(2)	Diferencia de Medias	t	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	4.31	3.36	0.95	17.59	<0.0001
Moringa – Quesillo	9	4.31	8.61	-4.30	-91.69	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	4.31	3.73	0.58	12.22	0.0001
Moringa con queso - Quesillo	9	3.36	8.61	-5.25	-76.94	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	3.36	3.73	-0.37	-5.39	0.0001
Quesillo - Tortilla	9	8.61	3.73	4.88	77.24	<0.0001

5.1.4 Determinación de Cenizas ⁽⁴⁾

Después de incinerar la materia orgánica, se obtiene la ceniza que contiene material inorgánico presente en las pupusas y tortillas de maíz, tal como se describe en la siguiente tabla. (Ver anexo N° 10, tabla N°41). ^(.8,27)

La tabla N° 8 muestra el contenido promedio de ceniza determinado en las pupusas, donde la pupusa con relleno de queso presento el valor más alto en este estudio de 3.95 mg /100 g, valor muy cercano al de las pupusas con relleno de hojas de moringa con queso de 3.20 mg /100 g; es decir, que los dos tipos de relleno de pupusa presenta un alto contenido de materia

inorgánica; por otro lado la tortilla de maíz presento el menor contenido inorgánico de 1.50 mg /100 g.

Tabla N° 8. Comparación de medias de porcentaje de ceniza de las pupusas y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones (mg/100 g)			Promedio Total mg/100 g
	A	B	C	
Hojas de Moringa	2.41	2.43	2.36	2.40
Hojas de Moringa con queso	3.31	3.16	3.15	3.20
Queso	3.95	3.97	3.93	3.95
Tortilla de maíz	1.47	1.47	1.57	1.50

Tabla N° 9. Análisis de medias para muestras independientes para el porcentaje de ceniza de las pupusas y tortillas de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media grupo(1)	Media grupo(2)	Diferencia de Medias	t	p-valor
Moringa - Moringa con queso	9	2.40	3.21	-0.80	-24.16	<0.0001
Moringa - Queso	9	2.40	3.96	-1.55	-73.17	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	2.40	1.51	0.89	35.29	<0.0001
Moringa con queso - Queso	9	3.21	3.96	-0.75	-22.75	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	3.21	1.51	1.70	47.64	<0.0001
Queso - Tortilla	9	3.96	1.51	2.45	98.83	<0.0001

El análisis estadístico demostró que existe diferencia significativa entre las pupusas con relleno de hojas de moringa con queso y la tortilla de maíz de 1.70 mg/100 g con respecto al contenido de ceniza indicado en la tabla N°9, por lo que el aumento es aportado por el relleno de las hojas de moringa con queso. Por otra la gran diferencia entre la pupusa con relleno de queso con

respecto a la tortilla de maíz de 2.45 mg/100 g se debe a que el quesillo es un derivado lácteo caracterizado por su alto contenido de minerales como fósforo y calcio.

5.1.5 Determinación de extracto etéreo ⁽⁴⁾

Esta técnica permite determinar el contenido etéreo en la muestra (pigmentos, carotenos, grasas o lípidos, entre otros) a través del método de extracción Soxhlet. Obteniéndose los resultados siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°42). ^(8,27)

Tabla N° 10. Comparación de medias del porcentaje de extracto etéreo de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz, con el rango establecido por la OMS

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones (%)			Promedio Total %	Grasa total diaria según OMS
	A	B	C		
Hojas de Moringa	1.92	1.89	1.87	1.90	15-30%
Hojas de Moringa con quesillo	2.07	2.13	2.29	2.16	
Quesillo	5.89	6.21	6.01	6.03	
Tortilla de maíz	1.03	0.83	0.77	0.88	

Los valores plasmados anteriormente en la tabla N° 10 corresponden al valor promedio de extracto etéreo en porcentaje donde la pupusa con relleno de quesillo presentó un alto contenido de lípidos de 6.03%, por lo que se puede deducir que si una persona consume más de 3 pupusas con este tipo de relleno estará dentro del límite superior de lípidos que puede consumir al día, por lo que se debe tener cuidado de la cantidad de unidades que se consumen en un platillo para evitar causar daños a la salud; por ello en la tabla N° 10 se

muestra como alternativa de alimento la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso donde la mezcla de los dos ingredientes permiten obtener 2.16 % de lípidos contribuyendo a la ingesta de requerimiento diario sugerido por la OMS 15-30%, a diferencia de la grasa aportada por la tortilla de maíz de 0.88 % que está muy por debajo de lo establecido por la OMS.

Tabla N° 11. Análisis de medias mediante prueba t para muestras independientes del porcentaje de extracto etéreo en las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.

Grupos de Rellenos de pupusas	N	Media grupo (1)	Media grupo (2)	Diferencia de Medias	T	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	1.90	2.17	-0.27	- 4.57	0.0013
Moringa – Quesillo	9	1.90	6.04	-4.14	-61.67	<0.0001
Moringa-Tortilla de Maíz	9	1.90	0.88	1.02	11.84	<0.0001
Moringa con queso - Quesillo	9	2.17	6.04	-3.87	-	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	2.17	0.88	1.29	12.72	<0.0001
Quesillo - Tortilla de maíz	9	6.04	0.88	5.16	48.47	<0.0001

Por otro lado el análisis estadístico indicado en la tabla N°11 realizado a las muestras indico que existe diferencia significativa entre la cantidad de extracto etéreo según el tipo de relleno siendo en este caso la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso y la tortilla de maíz las que presentaron mayor diferencia de 1.29% valor que se ve modificado por la adición de relleno obteniendo un mayor aporte de lípidos que puede ser incluido en la dieta diaria.

5.1.6 Determinación de Fibra Cruda ⁽⁴⁾

Realizada la determinación de fibra cruda mediante la metodología descrita se obtuvieron los resultados siguientes para cada tipo de relleno de pupusa y tortilla de maíz. (Ver anexo N° 10, tabla N°43). Los valores promedios de estos análisis se reflejan en la tabla N°12. ^(8.27)

Generalmente, los valores de los vegetales son bajos en energía y son buena fuente de fibra, en la tabla N° 12 se observa que la pupusa con relleno de hojas de moringa presenta mayor contenido fibra cruda de 0.11 % en comparación con las otras pupusa con relleno de moringa con queso y pupusa con queso que presentan un contenido de fibra cruda similar a la tortilla de maíz de 0.04 %.

Tabla N°12. Comparación de medias de porcentaje de fibra cruda de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones (g)			Promedio Total (g)
	A	B	C	
Hojas de Moringa	0.12	0.11	0.12	0.11
Hojas de Moringa con queso	0.04	0.04	0.04	0.04
Queso	0.04	0.04	0.06	0.05
Tortilla de maíz	0.04	0.04	0.04	0.04

El análisis estadístico de Kruskal Wallis muestra con la letra A la variedad que no son significativamente diferentes a un nivel de significancia de 0.05, es decir que la pupusa con relleno de moringa con queso, pupusa con relleno de queso y tortilla maíz presenta igual cantidad de fibra cruda a excepción de la pupusa con relleno de hojas de moringa que presenta diferencia significativa en cuanto al contenido de fibra cruda como se muestra en la tabla N° 13.

Tabla N° 13. Comparación de medias de porcentaje de fibra cruda con la prueba de kruskal wallis para los diferentes tipos de pupusas y la tortilla de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media	Mediana	P	Rango		
Moringa	9	0.12	0.13	0.0001	12.22		B
Moringa con queso	9	0.04	0.04		13.00	A	
Quesillo	9	0.05	0.04		16.78	A	
Tortilla de Maíz	9	0.04	0.04		32.00	A	

5.1.7 Determinación de Carbohidratos ⁽⁸⁾

Después de realizada la determinación del porcentajes de humedad, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda, en las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz; después de esto se determinó el porcentaje de carbohidratos y se calcula en base a la resta de un 100% de muestra menos el valor de cada uno de las determinaciones antes mencionadas obteniéndose los resultados siguientes, tal como se muestran en la tabla N°14. ^(4,27)

Siendo los carbohidratos de gran importancia para el buen funcionamiento de nuestro organismo por su aporte energético, la tabla N° 14 muestra los resultados obtenidos de las pupusas y tortillas de maíz indicando que la tortilla de maíz presenta mayor contenido de 87.55%, seguido de la pupusa con relleno de hojas de moringa de 78.99% valores que son superiores al establecido de la OMS; Sin embargo la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso de 70.28 % valor que se encuentra en el rango de la ingesta diaria recomendada del 55 % al 75%, suministrando la energía dietética de un individuo.

Tabla N° 14. Comparación de medias del porcentaje de carbohidratos de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Porcentajes de carbohidratos			Porcentaje de carbohidratos (%)	Grasa total diaria según OMS
	A	B	C		
Hojas de Moringa	78.60	78.71	78.89	78.73	55%-75%
Hojas de Moringa con queso	70.12	70.87	69.85	70.28	
Quesillo	61.00	59.93	60.35	60.43	
Tortilla de maíz	87.50	87.57	87.59	87.55	

Tabla N° 15. Comparación de medias de porcentaje de carbohidratos de Kruskal Wallis para muestras independientes para los diferentes tipos de pupusas y tortillas de maíz.

Pupusas con rellenos de:	N	Medias	Desviación estándar.	H	P
Moringa	9	78.74	0.20	32.84	<0.0001
Moringa con queso	9	70.29	0.73		
Quesillo	9	60.43	0.55		
Tortilla de Maíz	9	87.56	0.71		4
	Rango				
Quesillo	5.00	A			
Moringa con queso	14.00	A	B		
Moringa	23.00		B	C	
Tortilla de Maíz	32.00			C	

La tabla N°15 muestra el análisis estadístico mediante la prueba de Kruskal Wallis indica que las variables estudiadas (pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz) presentan algunas letras comunes A, A; B, B y C, C, no son significativamente diferentes entre sí donde P es superior a 0.05, pero se comprueba que existe diferencia estadística entre la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso letra A y la tortilla de maíz letra C en cuanto al contenido de carbohidratos.

5.2 Determinación de Minerales

Después de la realización del procedimiento descrito para la obtención de ceniza de las pupusas se procedió a realizar el tratamiento indicado para la cuantificación de los siguientes minerales como: zinc, potasio, hierro, fósforo, calcio y magnesio en las pupusas con los diferentes rellenos y las tortillas elaboradas obteniendo los siguientes resultados.

5.2.1 Determinación de Zinc ^(4, 8)

Después de realizar las lecturas en el espectrofotómetro de absorción atómica Shimadzu 7000 los resultados promedio de Zinc obtenidos en la tabla N°16 son expresados en mg/100 g de muestras consumidos de los tres tipos de pupusas y la tortilla de maíz. (Ver anexo N° 10, tabla N°44). ^(21,27)

La tabla N° 16 muestra el un alto contenido de Zinc de 2.62 mg/100 g presente en la pupusa con relleno de quesillo, sin embargo la pupusa con relleno de hojas de moringa es capaz de aportar 1.25 mg/100 g la OMS y FDA sugiere que los niveles máximos de ingestión tolerable de Zinc son de 4 - 5 mg/d para niños durante el primer año de edad, teniendo en cuenta que este mineral es importante en la etapa de crecimiento el estudio estadístico mostró la biodisponibilidad de zinc en las pupusas con relleno de hojas de moringa contribuyendo así mediante la ingestión de otros alimentos a cumplir con el aporte diario recomendado.

Por otra parte el estudio estadístico de la tabla N° 17 muestra la diferencia significativa de contenido de Zinc presente en las muestras de pupusas rellena de hojas de moringa con quesillo y la tortillas de maíz siendo de 0.32 mg/100 g, sin embargo para un niño le será más atractivo un alimento con sabor

diferente al aportado por una tortilla de maíz y podrá tener un importante consumo de zinc.

Tabla N° 16. Comparación de medias de porcentaje de zinc de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de Zinc diario recomendado según OMS y FDA
	A	B	C		
Hojas de Moringa	1.32	1.32	1.32	1.25	4 - 5 mg: niños durante el primer año de edad. 7 mg: 1 a 3 años, 12 mg : 4 a 12 años, 23 mg : 9 y 12 años 30 - 40 mg : adultos
Hojas de Moringa con queso	0.98	0.98	0.98	1.06	
Quesillo	2.63	2.63	2.63	2.62	
Tortilla de maíz	1.35	1.35	1.35	1.38	

Tabla N° 17. Prueba t para muestras independientes de zinc en las pupusas con los diferentes rellenos y tortillas de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media Grupo (1)	Media Grupo (2)	Diferencia de Medias	t	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	1.25	1.07	0.18	4.63	0.0003
Moringa – Quesillo	9	1.25	2.63	-1.38	-25.64	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	1.25	1.38	-0.13	-3.49	0.0030
Moringa con queso - Quesillo	9	1.07	2.63	-1.56	-30.70	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	1.07	1.38	-0.32	-9.30	<0.0001
Quesillo - Tortilla de maíz	9	2.63	1.38	1.25	25.05	<0.0001

5.2.2 Determinación de Hierro ^(4, 8)

Las lecturas de hierro realizadas en el espectrofotómetro de absorción atómica, de los tres tipos de pupusas con los diferentes rellenos y tortilla de maíz son los siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°45), donde el contenido promedio se describe en la tabla N° 18. ^(.21.27)

La tabla N°18 muestra el resultado promedio obtenido en dicho análisis donde se observa un importante incremento de hierro al adicionar hojas de moringa como relleno para las pupusas ya que tanto la tortilla de maíz 2.12 mg/100 g como la pupusa con relleno de queso 1.86 mg/100 g incrementan el contenido de hierro al agregar hojas de moringa. La OMS señala que la deficiencia de hierro es uno de las causas más comunes de la desnutrición, y sugiere que la ingesta diaria de hierro debe ser 8 mg/d para hombres y 18 mg /d para mujeres debido a que debe ser mayor la ingestión de hierro para las mujeres, la moringa se vuelve un importante suministrador como se observa las pupusas con este tipo de relleno aportan 2.48 mg/100 g, valor muy cercano con la pupusa con mezcla de hojas de moringa con queso de 2.26 mg/100 g siendo una pupusa más agradable al paladar y a la vez que se consume siempre importante cantidad de hierro contribuyendo así al cumplimiento de ingestión de este mineral.

Tabla N° 18. Comparación de medias de porcentaje de hierro de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de Hierro diario recomendado según OMS
	A	B	C		
Hojas de Moringa	2.55	2.57	2.31	2.48	8 mg hombres 18 mg mujeres
Hojas de Moringa con queso	2.2	2.18	2.38	2.26	
Queso	1.97	1.63	1.98	1.86	
Tortilla de maíz	2.1	2.18	2.02	2.12	

5.2.3 Determinación de Calcio ^(4, 8)

Tabla N° 19. Comparación de medias de cantidad de hierro mediante la prueba t de los tres tipos de rellenos de pupusas y de tortillas de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media Grupo (1)	Media Grupo (2)	Diferencia Medias	T	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	2.59	2.27	0.32	7.27	<0.0001
Moringa – Queso	9	2.59	1.86	0.73	8.79	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	2.59	2.12	0.47	9.79	<0.0001
Moringa con queso - Queso	9	2.27	1.86	0.40	4.56	0.0003
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	2.27	2.12	0.15	2.55	0.0213
Queso - Tortilla de maíz	9	1.86	2.12	-0.26	-2.84	0.0117

La tabla N° 19 indica mediante el análisis estadístico realizado a las muestras la diferencia significativa en cuanto al contenido de hierro donde con valor de significancia inferior a 0.05 confirma que existe diferencia significativa entre los tres tipos de rellenos de pupusas y tortillas de maíz observando que la mayor diferencia 0.73 mg/100 g, es de la pupusas con relleno de hojas de moringa y la pupusa con relleno de queso, mostrando que la moringa aporta mayor contenido de hierro. ^(21.27)

Mediante las lecturas en el espectrofotómetro de absorción atómica del contenido de calcio en los tres tipos de pupusas y la tortilla de maíz son los siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°46).

El calcio es uno de los minerales indispensable en la vida que aumenta según la edad, por ello la tabla N° 20 muestra como la hoja de moringa brinda un importante aporte de este mineral a diferencia de una tortilla de maíz que contiene 77.37 mg /100g, pero al adicionar hojas de moringa muestra un alto incremento de este mineral a 164.03 mg /100g a pesar de que el mayor contenido de calcio es aportado por la pupusa con relleno de quesillo de 210.12 mg /100g esto debido a que el relleno es un derivado lácteo rico en calcio; sin embargo teniendo como objetivo de esta investigación mostrar una propuesta nutricional accesible a la población se puede sustituir por hojas de moringa e incrementar el contenido de calcio y así tanto un niño como un adulto podrá cumplir con la ingesta diaria de este mineral.

Tabla N° 20. Comparación de medias de porcentaje de calcio de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de calcio diario recomendado según la edad por la OMS y FDA
	A	B	C		
Hojas de Moringa	164.59	165.78	161.72	164.03	200 - 500 mg: 1 a 3 años 800 mg: 4 a 8 años, 1300 mg : jóvenes 1000-1200 mg : adultos
Hojas de Moringa con quesillo	94.88	95.55	103.14	97.86	
Quesillo	209.45	207.57	213.32	210.12	
Tortilla de maíz	78.53	76.63	76.96	77.37	

En la tabla N° 21 haciendo uso del análisis estadístico utilizando la prueba T para determinar la diferencia significativa de calcio entre las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz se observa que la pupusa con relleno de hojas de moringa respecto a la tortilla de maíz difieren en 86.66 mg/100 g

en cuanto a su contenido de calcio con un P inferior a 0.05 mostrando que el incremento se ve modificado por la adición de relleno de hojas de moringa.

Tabla N° 21. Comparación de medias mediante la prueba t de la cantidad de calcio en mg/100 g.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media Grupo (1)	Media Grupo (2)	Diferencia Medias	t	p-valor
Moringa – Moringa y queso	9	164.04	97.86	66.17	28.34	<0.0001
Moringa – Quesillo	9	164.04	210.12	-46.08	-23.60	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	164.04	77.38	86.66	46.95	<0.0001
Moringa y queso - Quesillo	9	97.86	210.12	-112.26	-49.46	<0.0001
Moringa y queso - Tortilla de maíz	9	97.86	77.38	20.48	9.40	<0.0001
Quesillo - Tortilla de maíz	9	210.12	77.38	132.74	75.30	<0.0001

5.2.4 Determinación de Magnesio ^(4, 8)

Los resultados de magnesio obtenidos en las muestras en estudio mediante Absorción Atómica son los siguientes (Ver anexo N° 10, tabla N°47). ^(.21.27)

El magnesio es un mineral involucrado en el metabolismo óseo y otras funciones dentro del organismo según OMS y FAO es indispensable el consumo de este mineral, como se muestra en la tabla N° 22 en donde la mezcla de queso con las hojas de moringa causa una disminución de este mineral pero la adición individual de ellos a la tortilla de maíz incrementan donde las hojas de moringa proporcionan el mayor contenido de magnesio 91.11

mg/100 g en las pupusas con relleno de hojas de moringa comparándola con el contenido de magnesio con el de la pupusa con relleno de queso y la tortillas de maíz de 77.5 mg/100 g que tiene un contenido similar de este mineral; al relacionar estos resultados con el requerimiento diario de magnesio recomendado por la OMS una persona que incluya pupusas con relleno de hojas de moringa dentro de su dieta diaria podrá consumir una porción adecuada de este mineral cumpliendo con la ingesta de magnesio recomendada.

Tabla N° 22. Comparación de medias de porcentaje de magnesio de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de magnesio diario recomendado según la edad por la OMS, FAO
	A	B	C		
Hojas de Moringa	98.22	87.99	87.12	91.11	1 – 3 años 80 mg 4 - 8 años 130 mg 9 a 15 años 240 mg 16 años en adelante 300 y 420 mg.
Hojas de Moringa con queso	42.21	43.32	46.42	43.99	
Quesillo	74.00	74.13	75.83	74.66	
Tortilla de maíz	82.06	76.12	74.31	77.50	

El estudio estadístico descrito en la tabla N°23 muestra que la pupusas con relleno de hojas de moringa y la tortilla de maíz presentan una diferencia significativa de 13.61 mg/100 g debido a la adición de las hojas de moringa, por el contrario para las pupusas con relleno de queso y las tortillas de maíz con un valor de P superior a 0.05, indican que no hay diferencia significativa entre ellas, en cuanto a su contenido de magnesio, es decir que el aporte de magnesio por una tortilla es igual al contenido de magnesio aportado por la pupusa con relleno de queso.

Tabla N° 23. Comparación de medias mediante la prueba t para cantidad de Magnesio en mg/ 100 g.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media grupo (1)	Media grupo (2)	Diferencia de Media	T	P-valor
Moringa – Moringa con queso	9	91.12	43.99	47.12	15.05	<0.0001
Moringa – Quesillo	9	91.12	74.66	16.45	5.52	0.0004
Moringa - Tortilla de Maíz	9	91.12	77.50	13.61	3.92	0.0012
Moringa con queso - Quesillo	9	43.99	74.66	- 30.67	-20.34	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	43.99	77.50	-33.51	-14.36	<0.0001
Quesillo - Tortilla	9	74.66	77.50	-2.84	-1.34	0.2083

5.2.5 Determinación de Potasio ⁽⁴⁾

Posterior al tratamiento de la muestra se realizó la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica para la determinación de potasio obteniéndose los siguientes resultados para cada tipo de relleno de pupusa y tortilla de maíz. (Ver anexo N° 10, tabla N°48). ^(8,21)

La tabla N° 24 refleja un bajo contenido de potasio en la pupusa con relleno de queso y la tortilla de maíz las cuales al adicionar hojas de moringa muestra un notable incremento obteniendo para la pupusas con relleno de hojas de moringa 582.25 mg /100g, y la pupusa con mezcla de hojas de moringa con queso aumenta el contenido a 591.26 mg /100g; la OMS recomienda que la ingesta diaria de potasio es de 440 a 4700 mg ya que indican que puede reducir la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, por lo que al incluir pupusas con relleno de hojas de moringa dentro de su dieta alimentaria se estará consumiendo una gran cantidad de potasio con respecto al porcentaje diario recomendado.

Tabla N° 24. Comparación de medias de porcentaje de potasio de las pupusas y la tortilla de maíz. (.27)

Pupusas con relleno de:	Promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de Potasio diario según la OMS
	A	B	C		
Hojas de Moringa	582.42	579.29	585.04	582.25	440 a 4700 mg
Hojas de Moringa con queso	615.21	617.94	540.63	591.26	
Quesillo	165.25	164.58	166.85	165.56	
Tortilla de maíz	154.07	158.07	156.49	156.21	

Tabla N°25. Comparación de medias de potasio en las pupusas y la tortilla de maíz.

Grupos de Rellenos de Pupusas	N	Media grupo (1)	Media grupo (2)	Diferencia Media	T	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	582.25	591.26	-9.01	- 0.22	0.8309
Moringa – Quesillo	9	582.25	165.56	416.69	109.21	<0.0001
Moringa - Tortilla	9	582.25	156.22	426.04	110.83	<0.0001
Moringa con queso – Quesillo	9	591.26	165.56	425.70	10.47	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	591.26	156.22	435.04	10.70	<0.0001
Quesillo - Tortilla	9	165.56	156.22	9.35	8.45	<0.0001

La tabla N° 25 muestra una diferencia significativa de 435.04 mg/100 g entre la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso con respecto a la tortilla de maíz en cuanto al contenido de potasio con un P valor inferior a 0.05, por el contrario para la pupusa con relleno de hojas moringa y la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso el P valor es mayor a 0.05 por lo que no existe diferencia significativa entre ellas con respecto al contenido de potasio por lo que los dos tipos de pupusas aportan igual cantidad de potasio

por lo que se puede elegir la que sea más agradable al paladar y proporcionar igual cantidad de este mineral.

5.2.6 Determinación de fósforo ^(4, 8)

Posterior al tratamiento de la muestra se realizó la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica se obtuvieron los siguientes resultados para cada relleno de pupusa (Ver anexo N° 10, tabla N°49). ^(21,27)

La tabla N°26 indica el contenido de fósforo de las muestras en estudio, donde se observa que la tortilla de maíz puede aportar 74.17 mg/100 g de este mineral, pero al adicionar una cantidad aproximada de 25g de hojas de moringa incrementa el contenido de fósforo a 481.20 mg/100 g, lo cual significa más de la mitad del requerimiento diario de fosforo. Para la pupusa con relleno de quesillo resulto de 277.94 mg/100 g, dato muy inferior al obtenido con relleno de hojas de moringa por lo tanto se puede comprobar que al incrementar la cantidad de hojas de moringa en las pupusas ésta incrementa el contenido de fósforo y así se cubrirá el requerimiento diario de este mineral.

Tabla N° 26. Comparación de medias de porcentaje de fósforo de las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz

pupusas con relleno de:	promedio de repeticiones mg/100 g			mg/100 g	mg/día de fósforo diario recomendado según la edad por la OMS y FDA
	A	B	C		
Hojas de Moringa	488.53	473.86	481.21	481.20	700 mg
Hojas de Moringa con quesillo	314.97	319.21	333.48	322.55	
Quesillo	279.30	275.01	279.51	277.94	
Tortilla de maíz	76.14	75.78	70.60	74.17	

Tabla N° 27. Comparación de medias de la cantidad de fósforo de los tres rellenos de pupusa y la tortilla de maíz.

Pupusas con relleno de:	N	Media (1)	Media (2)	Diferencia de Media	t	p-valor
Moringa – Moringa con queso	9	481.20	322.56	158.64	26.90	<0.0001
Moringa – Quesillo	9	481.20	277.94	203.26	39.93	<0.0001
Moringa - Tortilla de Maíz	9	481.20	74.18	407.02	81.61	<0.0001
Moringa con queso - Quesillo	9	322.56	277.94	44.61	12.05	<0.0001
Moringa con queso - Tortilla de maíz	9	322.56	74.18	248.38	69.80	<0.0001
Quesillo - Tortilla de maíz	9	277.94	74.18	203.76	104.58	<0.0001

El resultado estadístico obtenido en la tabla N° 27 muestra una notable diferencia de fósforo contenido en pupusas con rellenos de hojas de moringa y el aportado por la tortilla de maíz de 407.02 mg/100 g, por lo tanto se puede afirmar que el contenido de fósforo dependerá de la cantidad de moringa adicionado.

5.3 Resumen de resultados

La Tabla N°28 contiene los resultados obtenidos en el análisis bromatológico proximal (Humedad, Cenizas, Proteína, Extracto etéreo, Fibra cruda y Carbohidratos) así también los resultados obtenidos en la determinación de minerales (Calcio, magnesio, hierro, zinc, potasio y fósforo) por cada 100 g de muestra comestible realizadas a las pupusa con relleno de hojas de moringa, relleno de hojas de moringa con queso, relleno de queso y tortilla de maíz teniendo en cuenta que los nutrientes que necesita el organismo no solo se ha de ingerir en cantidades suficientes, sino también en las debidas proporciones entre ellos.

Mediante el análisis bromatológico proximal y la cuantificación de minerales realizado a las pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz

muestran un importante aporte de las hojas de moringa en cuanto al contenido de proteína, comparando la tortilla de maíz con la pupusa con relleno de hojas de moringa se puede observar que la adición de esta hoja como relleno permite aumentar la proteína hasta 4.31%.

En cuanto al contenido de carbohidratos es importante observar que el aporte de la pupusa con relleno de moringa está dentro del rango establecido por la OMS a diferencia de la tortilla de maíz supera la cantidad de carbohidratos que se debe consumir al día por lo que una persona que incluya entre los alimentos más de dos tortillas estará sobrepasando el límite de carbohidratos establecidos ocasionando daños a la salud.

Con respecto al contenido de minerales se observa en la tabla N°28 como la adición de hojas de moringa a la tortilla de maíz causa un notable incremento de contenido de hierro, potasio, fósforo, calcio y magnesio volviendo a este alimento rico nutricionalmente.

Comparando estos resultados obtenidos mediante esta investigación de las hojas de *Moringa oleífera* como relleno para pupusas a base de maíz con el requerimiento diario nutrientes establecidos por la OMS, FAO y FDA, las cantidades que aportan esta especie vegetal son de gran valor nutritivo para aquellas personas que consuman hojas de moringa en algún preparado alimenticio, ya que con las hojas de moringa se pueden preparar diversos platillos.

Tabla N° 28. Resumen de los resultados del análisis bromatológico proximal y análisis de micronutrientes de las pupusas con relleno de: hojas de moringa, hojas de moringa con queso, queso y tortilla de maíz

Análisis bromatológico proximal g/ 100 g de porción.							Análisis de Minerales en mg/ cada 100 g					
Pupusas de maíz con relleno de:	% de Humedad	% de Proteína Cruda	% de Extracto Etéreo	% de fibra	% de ceniza	% de Carbohidratos.	Zn	K	Fe	P	Ca	Mg
Hojas de Moringa	66.44	4.31	1.90	0.13	2.40	78.7	1.250	582.25	2.481	481.20	164.04	91.12
Hojas de Moringa con queso.	79.00	3.36	2.17	0.04	3.21	70.3	1.066	591.26	1.134	322.56	97.86	43.99
Quesillo	58.73	8.61	6.04	0.05	3.96	60.4	2.630	165.57	1.864	277.95	210.12	74.66
Tortilla de Harina de maíz.	57.48	3.73	0.88	0.04	1.51	87.6	1.384	156.22	2.122	74.18	77.38	77.50

5.4 Análisis Sensorial (4,27)

La evaluación sensorial de las pupusas se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, contando con tres grupos de 10 panelistas de ambos sexos, de diferentes edades comprendido en los rangos de 18 a 24; 25 a 30 y más de 30 años quienes evaluaron las 2 formulaciones de pupusas elaboradas pupusa con relleno de hojas de moringa y pupusa con relleno de hojas de moringa con quesillo catalogaron las características sensoriales de estas como: color, sabor y texturas; proporcionando una categoría de aceptación de me gusta mucho, me gusta poco, no me gusta ni disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho.

La prueba hedónica se realizó en un tiempo no mayor a 30 minutos después de haber sido elaboradas, y asegurándose que los panelistas no tuvieran contacto visual entre sí; antes de iniciar la evaluación se les explicó a los panelista la manera correcta de realizar el llenado del instrumento (Ver anexo N°10). Posteriormente a cada uno de los panelistas se les entregaron las dos formulaciones de pupusas codificadas como R1 (pupusa con relleno de hojas de moringa con quesillo), y R2 (pupusa con relleno de hoja de moringa), debidamente identificados en un plato conteniendo una cuarta parte de la pupusa con diferente relleno.

5.4.1 Resultados de prueba hedónica

Los datos obtenidos en la prueba hedónica fueron tabulados gráficamente utilizando el programa Microsoft Excell 2013 verificando así el nivel de aceptación o rechazo de las dos formulaciones de pupusas con relleno de *Moringa oleífera*.

a) Evaluación de la textura ^(4,27)

Tabla N° 29: Resultado obtenidos de textura de la prueba hedónica

Criterio	Textura		
	Pupusa con relleno de hojas de moringa con queso R1.	Pupusa con relleno de hojas de moringa R2.	Porcentaje de aceptación bajo el criterio de "Me gusta mucho".
Me gusta mucho	22	13	R1 = 73.33%
Me gusta poco	6	7	
No me gusta ni me disgusta	2	4	
Me disgusta poco	0	3	R2 = 43.33%
Me disgusta mucho	0	3	
Total	30	30	

La tabla N° 29 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba hedónica sobre la textura para la pupusa con relleno de hojas de *Moringa oleífera*, y la pupusa con relleno de hojas de *Moringa oleífera* con queso donde de un total de 30 panelista 13 indicaron gustarle mucha la textura de la pupusa con relleno de hojas de moringa, pero al adicionarle una porción de queso 22 panelista señalaron gustarle más la textura es decir que el aspecto de elasticidad que aporta el queso combinado con las hojas de moringa indica mejorar la textura, así algunos panelistas indicaron que la textura no influye en la selección de un alimento ya que señalaron que no les gusta un disgusta.

Para algunos panelista la textura de la pupusa con relleno de hojas de moringa les disgusta poco y un 73.33% de las personas evaluadas manifestaron que les gusta mucho la pupusa identificada como R1 que corresponde a la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso tal como se muestra en la tabla de tabla N° 29 y se refleja en la figura N°9; para la formulación R2 el 43.33 %

de las personas evaluadas manifiesta que la textura de este tipo de pupusa les gusta mucho tal como se muestra en la figura N° 9 indica mediante el grafico en barras el criterio elegido por cada panelista en cuanto a la textura de la pupusa con relleno de moringa y pupusa con relleno de moringa con quesillo donde una parte de los panelistas manifestaron que la textura no gusta ni disgusta.

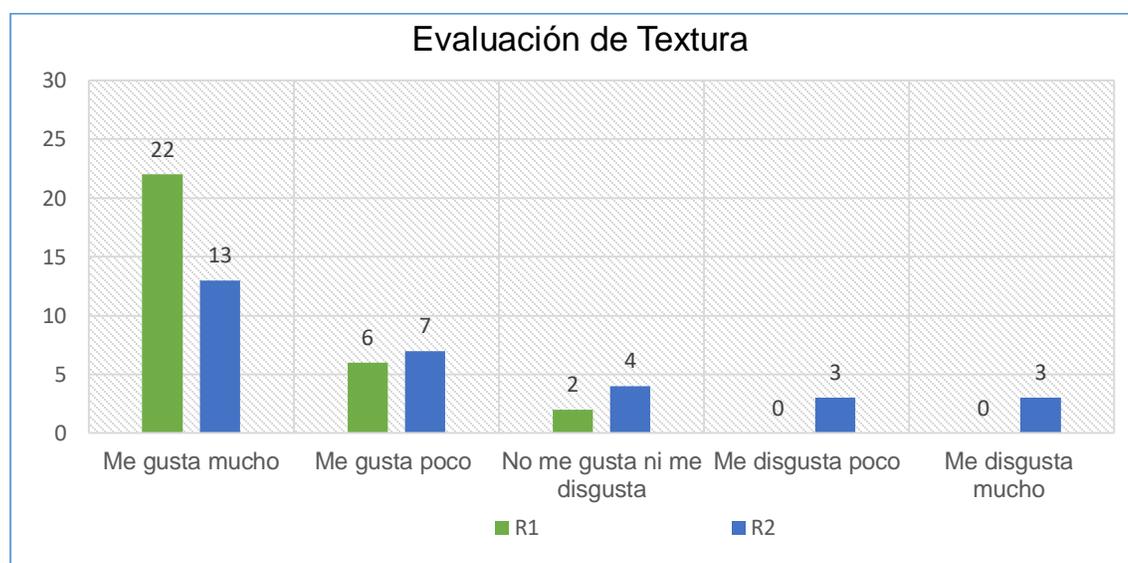


Figura N° 11. Evaluación de textura de los tipos de rellenos de pupusas.

b. Evaluación del color (4,27)

En cuanto al análisis de color 20 panelista indicaron que la pupusas con relleno de hojas de moringa con quesillo tiene un mejor color debido a que este se ve modificado por la adición de quesillo a diferencia de la pupusas con relleno de hojas de moringa el color verde es más visibles sin embargo fue aceptado por 14 panelista

Tabla N° 30: Resultado obtenidos de color de la prueba hedónica

Criterio	Color		Porcentaje de aceptación bajo el criterio de "Me gusta mucho".
	Pupusa con relleno de hojas de moringa con queso R1.	Pupusa con relleno de hojas de moringa R2.	
Me gusta mucho	20	14	R1 = 66.67%
Me gusta poco	6	6	
No me gusta ni me disgusta	4	8	
Me disgusta poco	0	2	R2 = 46.67%
Me disgusta mucho	0	0	
Total	30	30	

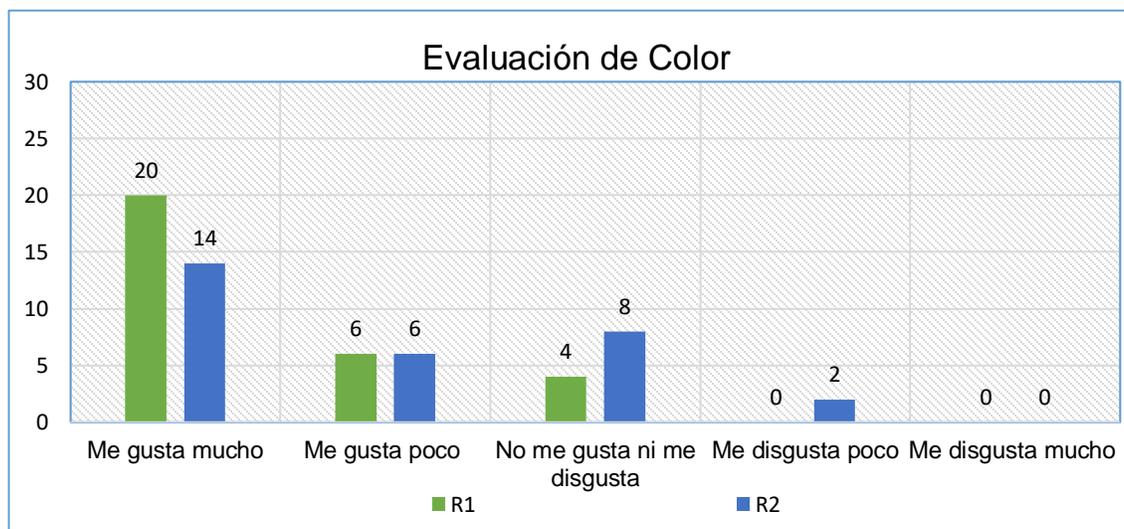


Figura N° 12. Evaluación de Color de los tipos de rellenos de pupusas.

La representación gráfica de los datos de evaluación del color de las muestras de pupusas con relleno de hojas de moringa indica que aproximadamente un 27% de los panelista parece no gustar ni disgustar el color de la pupusa con

este tipo de relleno R2 para el caso de la pupusa con relleno de hojas de moringa con quesillo R1 tal como se muestra en la tabla N° 3 el porcentaje de aceptación del color de un total de 30 panelista ,20 de ellos equivalente a un 66.7% dijeron “Me gusta mucho” correspondiendo a la escala hedónica de cinco puntos para la pupusa con relleno de hoja de moringa con quesillo codificada como R1 y el 46.7% dijo “Me gusta mucho” para la pupusa con relleno de hojas de moringa con respecto al color de las muestras de pupusas, teniendo en cuenta que la percepción del color de cada uno de los panelista es diferente entre de ellos.

b) Evaluación del Sabor (4,27)

El desarrollo del sabor y aroma en los productos obtenidos de harina de maíz procede de la contribución de la mezcla de todos los ingredientes utilizados influyen en esta característica, ya que al interactuar otorgan un sabor agradable.

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar los diferentes ingredientes de un alimento y esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado, tal como se muestra en la tabla N° 31 donde del total de 30 panelista se muestra la variabilidad de resultados obtenidos para la pupusa con relleno de hojas de moringa, al degustar este tipo de pupusa 10 panelistas indicaron “No me gusta ni me disgusta” y solo 5 panelistas indicaron que el sabor proporcionado por la pupusa con relleno de moringa “disgusta mucho”; Sin embargo la adición de quesillo mejora el sabor tal como lo indicaron 27 panelista.

Tabla N°31 Resultado obtenidos de sabor de la prueba hedónica

Criterio	Sabor		Porcentaje de aceptación bajo el criterio de "Me gusta mucho".
	Pupusa con relleno de hojas de moringa con queso.R1	Pupusa con relleno de hojas de moringa.R2	
Me gusta mucho	27	5	R1 = 90%
Me gusta poco	0	6	
No me gusta ni me disgusta	2	10	
Me disgusta poco	1	4	R2 = 16.67%
Me disgusta mucho	0	5	
Total	30	30	

Mediante la representación gráfica de los datos de evaluación del sabor de las pupusas con relleno de hojas de moringa con queso (R1) y pupusa con relleno de hoja de moringa (R2) se observa que para R1 de un total de 30 panelista, 27 de ellos equivalente a un 90% dijeron "Me gusta mucho" correspondiendo a la escala hedónica de cinco puntos para la pupusa con relleno de hoja de moringa con queso R1 elaborada con 13.5 gramos de hojas de moringa y 13.5 gramos de queso y 5 panelista equivalente a un 16.67 % dijo "Me disgusta mucho" para la pupusa con relleno de hoja de moringa R2 que contiene 27 gramos de relleno de hojas de moringa esto puede ser debido a que la hoja de moringa sola no puede ser totalmente agradable al paladar pero se mejoró con la combinación de queso.



Figura N° 13. Evaluación de Sabor de los tipos de rellenos de pupusas.

5.4.2 Selección de la formulación más aceptada.

El grado de aceptabilidad de un producto es medido a partir de las características: color, sabor y textura pero sobre todo es la valoración que el consumidor realiza de acuerdo a su propio criterio.

Tabla N °32. Resumen de la formulaciones de R1 y R2

Características sensoriales.	Pupusa con relleno de hojas de moringa con queso.R1	Pupusa con relleno de hojas de moringa R2
Textura	73.33%	43.33%
Color	66.67%	46.67%
Sabor	90%	16.67%

En la tabla N °32 se detalla un resumen de los valores obtenido mediante la prueba hedónica donde se puede observar que la mejor formulación se determinó al comparar los resultados obtenidos en el análisis estadístico en cuanto a textura, color y sabor, por lo que claramente muestra que la pupusa

con relleno de hojas de moringa con queso codificada como R1 es la formulación que obtuvo mejor aceptación por parte de los panelistas

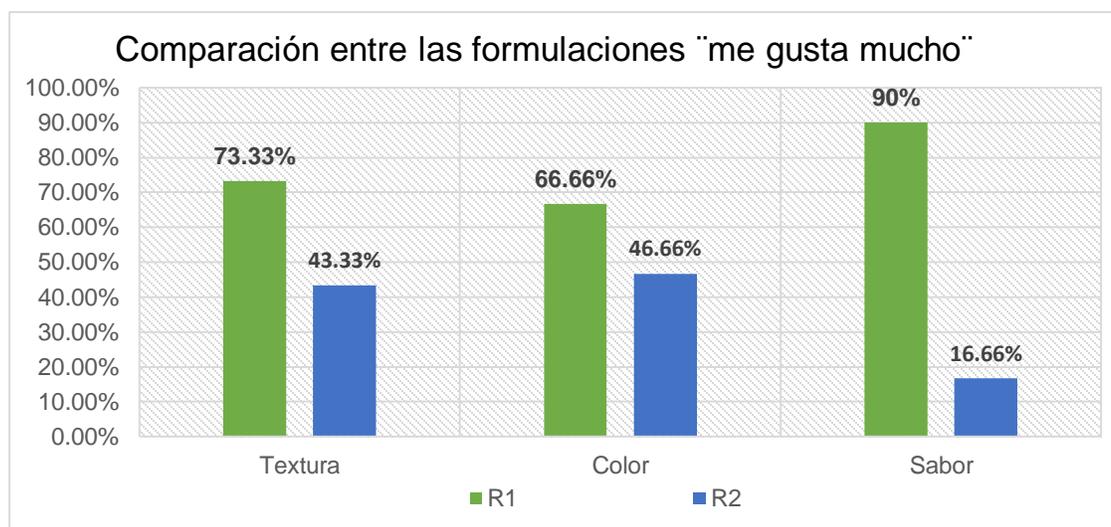


Figura N°14. Comparación entre las formulaciones "Me gusta mucho" de los tipos de rellenos de pupusas

En base al estudio realizado de la prueba hedónica sobre las dos formulaciones de pupusa con relleno de hojas de moringa con queso R1 y pupusa con relleno de hojas de moringa R2 la figura N°4 muestra la comparación entre los tipos de pupusas con relleno de moringa mediante graficas de barra que los resultados obtenidos de los 30 panelista, de textura, color y sabor para la pupusa con relleno de hojas de moringa con queso fue aprobada mayormente por la población esto puede ser debido a la adición del queso, sin embargo la pupusa con relleno de hojas de moringa no es totalmente desagradable a la población ya que al no poder adicionar una porción de queso pero al ser preparada o sazonada de manera diferentes las hojas puede ser más agradable al paladar.

5.5 Tríptico Informativo

El tríptico informativo que se divulgara a los estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador contiene un resumen sobre la nutrición y su importancia; además se detalla los resultados del análisis bromatológico y contenido de minerales de la hoja de moringa obtenidos mediante esta investigación ya que los alimentos son imprescindibles para la vida por suministrar nutrientes y energía al organismo, por lo que es necesario conocer la composición nutricional de las hojas de moringa como relleno en las pupusas de maíz con el fin de divulgar los beneficios nutricionales presente en este alimento, para cuidar la alimentación Ver figura N°13 y14

CONCLUSIÓN

- El estudio realizado indica que la moringa utilizada como relleno para pupusas es capaz de proporcionar los nutrientes y minerales que el cuerpo necesita para llevar una vida sana.
- De los tres tipos de rellenos de pupusas en estudio la que presentó bajo contenido de minerales es la pupusa con relleno de queso; la cual después de la adición de hojas de moringa incrementó el contenido de fósforo, magnesio, potasio y hierro, aumentando así los mg/100 g de estos minerales para este tipo de pupusa; comprobando el aporte nutricional de las hojas de moringa al mejorar la calidad nutritiva de las pupusas con este relleno según el estudio estadístico.
- Los resultados obtenidos de los minerales calcio, hierro, zinc, magnesio, potasio y fósforo, en los tres tipos de rellenos de pupusas y la tortilla de maíz indican que hay diferencia significativa entre cada una de ellas debido al tipo de relleno o si es únicamente harina de maíz para el caso de la tortillas.

IMPORTANCIA DE UNA BUENA NUTRICIÓN



- Una buena nutrición (una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular) es un elemento fundamental para la buena salud.
- Cada persona requiere de una ingesta de alimentos que aporten energía y nutrientes esenciales para lograr que el organismo se mantenga sano y pueda desarrollar las diversas y complejas funciones.
- Las necesidades nutricionales dependen de la edad, sexo, actividad física y estado fisiológico (por embarazo, lactancia) de la persona.





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL Y DE MINERALES EN PUPUSAS DE *Zea mays* (MAÍZ) CON RELLENO DE HOJAS DE *Moringa oleifera* (TEBERINTO) COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL



Figura Nº 15. Tríptico Informativo parte 1



INTRODUCCIÓN

La nutrición juega un papel importante en el bienestar familiar, por lo que es necesario prestar mucha atención a los alimentos que se preparan en el hogar.

Entre los problemas por una mala nutrición se encuentran la desnutrición, las deficiencias de hierro, vitamina A, ácido fólico, yodo y zinc; lo cual puede afectar negativamente la calidad de vida.

En la actualidad se utilizan diferentes especies de plantas que poseen un alto contenido de nutrientes entre las que se encuentra la *Moringa oleífera* conocido por sus propiedades alimenticias y medicinales. Tomando en cuenta la posibilidad de que los beneficios alimenticios para la humanidad sean grandes, se convierte en una opción para incorporar la *Moringa* en la dieta de los Salvadoreños en la elaboración de un platillo típico como las pupusas.

Por lo que se realizó un análisis bromatológico proximal y cuantificación de minerales (zinc, potasio, hierro, fosforo, calcio y magnesio) presente en pupusas elaboradas con relleno de hojas de Moringa .



RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PUPUSA CON RELLENO *Moringa oleífera* .

Para la determinación de las propiedades nutricionales de las pupusas con relleno de hojas de *Moringa oleífera*, se realizó un análisis bromatológico proximal y posteriormente la determinación de minerales, utilizando de referencia el contenido nutricional de la tortilla de maíz, pupusa con queso para comparar las pupusa con relleno de hojas de Moringa y pupusa de Moringa con quesoillo.

Análisis bromatológico proximal.

Análisis bromatológico proximal mg/ 100 g de porción.						
Pupusas de maíz con relleno de:	% de Humedad	% de Proteína Cruda	% de Extracto Etéreo	% de fibra	% de ceniza	% de Carbohidratos.
Hojas de Moringa	66.44	4.31	1.9	0.13	2.4	78.7
Hojas de Moringa con quesoillo.	79	3.36	2.17	0.04	3.21	70.3
Quesillo	58.73	8.61	6.04	0.05	3.96	60.4
Tortilla de Harina de maíz.	57.48	3.73	0.88	0.04	1.51	87.6

Mediante el análisis bromatológico proximal a las muestras de pupusas con los diferentes rellenos y la tortilla de maíz se de termino que estos alimentos están formados principalmente por agua, carbohidratos, lípidos y proteínas.



Figura N°1: Determinación de extracto etéreo



Figura N°2. Determinación de proteínas

Análisis de Minerales

Análisis de Minerales en mg/ cada 100 g						
Pupusas de maíz con relleno de:	Zn	K	Fe	P	Ca	Mg
Hojas de Moringa	1.25	582.25	2.481	481.2	164	91.12
Hojas de Moringa con quesoillo.	1.066	591.26	1.134	322.56	97.86	43.99
Quesillo	2.63	165.57	1.864	277.95	210.1	74.66
Tortilla de Harina de maíz.	1.384	156.22	2.122	74.18	77.38	77.5

Las hojas frescas, utilizadas como relleno de las pupusas poseen nutrientes y minerales que el cuerpo necesita para llevar una vida sana como proteína , carbohidratos y cantidades importantes de calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, zinc.

De los tres tipos de rellenos de pupusas en estudio la que presentó bajo contenido de minerales es la pupusa con relleno de quesoillo; en la cual al adicionar hojas de moringa se incrementó el contenido de fosforo, magnesio, potasio y hierro, aumentando así los mg/100 g de porción de estos minerales para este tipo de pupusa; comprobando el aporte nutricional de las hojas de moringa al mejorar la calidad nutritiva de las pupusas.

Figura N° 16. Tríptico Informativo parte 1

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. De los tres tipos de rellenos de pupusas en estudio la que presentó bajo contenido de minerales es la pupusa con relleno de queso. Después de la adición de relleno con hojas de moringa se observó un incremento el contenido de fósforo, magnesio, potasio y hierro; comprobando el aporte nutricional de las hojas de moringa al mejorar la calidad nutritiva de las pupusas con este relleno.
2. El análisis bromatológico proximal y la cuantificación de los minerales muestran que las hojas de *Moringa oleífera* cuentan con un perfil nutritivo sobresaliente como carbohidratos, hierro además tienen cantidades significativas de zinc y fósforo y según estudio hedónico su sabor fue aceptable por lo que se vuelve importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada.
3. Los resultados obtenidos de los minerales calcio, hierro, zinc, magnesio, potasio y fósforo, en los tres tipos de rellenos de pupusas y la tortilla de maíz indican que hay diferencia significativa entre cada una de ellas.
4. Los resultados de la prueba hedónica realizada a la población estudiantil de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador indicaron que la pupusa rellena de hojas de moringa con queso tiene un mejor sabor, color y textura, sin embargo las pupusas con relleno de hojas de moringa también gustó en cuanto a su textura y color por lo que el sabor de hojas de moringa puede ser enmascarado con una pequeña porción de queso.

5. La hoja de *Moringa oleífera* como relleno para la elaboración de pupusas se destaca aspectos de importancia como el bajo costo económico de las hojas, la cantidad de minerales que aporta, y la aceptabilidad de la población al consumo de esta hoja como relleno. Por lo que lo hace un alimento accesible y beneficioso nutricionalmente a la población consumidora.

6. Debido a que no se cuenta con información suficiente del contenido nutricional de este tipo de alimento en las tablas del INCAP; los resultados obtenidos de esta investigación aportan datos actualizados del contenido nutricional de las pupusas con los diferentes rellenos incluyendo a la tortilla de maíz.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo futuras investigaciones del análisis bromatológico proximal y contenido de minerales en otros alimentos enriquecidos con hojas de *Moringa oleífera* consumidos con frecuencia en el país y de fácil acceso a toda la población.
2. Elaborar diversos platillos con hojas de moringa que se puedan incluir en la dieta diaria, para contribuir al cumplimiento de los requerimientos diarios de macro y micronutrientes; y así evitar problemas de salud como la desnutrición.
3. A instituciones gubernamentales como el Ministerio de Salud MINSAL y ONG´S proponer que incluyan en sus programas de mejora nutricional la elaboración de alimentos con hojas de moringa la cual contribuiría a una mejora en la calidad de vida de las personas usuarias de dicho programa.
4. Realizar estudio microbiológico y de toxicidad a las hojas de *Moringa oleífera* para consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrodesierto Programas Agroforestales Moringa-*Moringa oleífera*
Recuperado 9 de enero de 2018 de: <http://www.agrodesierto.com/moringa.html>
2. Alfaro, N.C, (2008). Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleífera* Lam, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimenticia-nutricional de Guatemala. Informe final, proyecto FODECYT, nº 26, 2008. Recuperado 11 de enero de 2018 de: <http://glifos.concyt.gob>.
3. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (AOAC) (40th Edition). (2003). Centennial Edition: United States of América.
4. Bonilla, G. (1996). Estadística I. Elementos de estadística descriptiva y probabilidad. (4ª ed). San Salvador, El Salvador: UCA editores.
5. Bryan; Cameron, Allan. (2002). Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. (4 ed) Mexico. Limusa S.A. de C.V.
6. Campos Oliva J. (2003) Contenido de macronutrientes, minerales y carotenos en las plantas comestibles autóctonas de Guatemala, Recuperado en 25 de enero de 2018 de: http://biblioteca.usa.edu.gt/tesis/06/06_2203.pdf

7. Catarina L. (2007) Nutrición Recuperado 25 de enero de 2018, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/lopez_g_m/capitulo_1.pdf
8. Demaeyer E.M.; Nico B.M.; Beaton G.H.; Narayana Rao M. y Passmore R. (1975). Manual sobre necesidades nutricionales del hombre. Organización Mundial de la Salud (OMS): Ginebra.
9. Diplomado operador ejecutivo, La Historia de Maíz En El Salvador (2009). Recuperado el 21 de enero de 2018 de <http://lahistoriademaizblogs.com>
10. Donfrancesco; R., Ippolito; C., Lo Noce; L., Palmieri; R., Lacone O.; Russo, D. Vanuzzo; F., Galletti; D., Galeone; S., Giampaoli y P., Strazzullo. (2012). Exceso dietario de sodio y consumo inadecuado de potasio en Italia: Italia.
11. Fahey, J.W. (2005) *Moringa oleífera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. The Journal Trees for Life 16-27
12. Flores, B.A. & Duarte, F.J. (2004). Producción de biomasa de *Moringa oleífera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico de seco de Managua. Recuperado 25 de enero de 2018, de <http://repositorio.una.edu.ni/1294/>
13. FOLK-ARD, G.K.;SUTHERLAND, J.P.(1994). *Moringa oleífera* a multipurpose tree. Recuperado 10 de enero de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>

14. Guía nutricional (2013). Directrices sobre etiquetado nutricional, Recuperado el 05 de febrero de 2018, en <http://www.fao.org/humannutrition/33311065a023f960ba72b7291fb0bc07f36a3a.pdf>
15. Gobierno de El Salvador. (2011). Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (CONASAN). Recuperado el 05 de enero de 2018 de <http://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/SLV%20011%20Seguridad%20Alimentaria%20y%20Nutricional.pdf>.
16. Gobierno de El Salvador. (2009). Guía de Alimentación y Nutrición de la Familia Salvadoreña por grupos Etareos. En Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Recuperado el 07 de febrero de 2018, de http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/guia/Guiaalimentacion_etareos.pdf
17. Godino, M.I., Vázquez, T., Izquierdo, M., Pérez, C. (2013). Estudio de la Incidencia de los Factores Ecológicos Abióticos (temperatura y humedad) en la germinación y desarrollo de la *Moringa oleífera* Lam. Madrid: Sociedad Española de Ciencia Forestales.
18. González R. Ríos E. (2014) Obstáculos del Programa de Alimentación y Salud Escolar en su implementación”. casos: Centro Escolar República Oriental del Uruguay (Mejicanos, 2014). Recuperado el 17 de Enero de 20178 en <http://ri.ues.edu.sv/6488/1OBS%C3%A1culos%20del%20prog>
19. Hernández, M. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano. Revista Cubana Invest Bioméd. Recuperado el 05 de enero de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-030

20. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP (2012); Tabla de composición de alimentos de Centro América (2da ed).Guatemala. Serviprensa S. A.
21. López L. 2005 Desnutrición (2005) Recuperado el 7 de febrero de 2018, de: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3006/1/UPS-QT014882.pdf>.
22. Mackenzie, A. (1999) Guía Práctica de Nutrición Infantil Ediciones Colombia Bogotá Gamma: ISBN
23. Merino, José Gerardo (1989). Composición química de alimentos populares de El Salvador: El Salvador. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
24. Muhl, Q.E.; Du Toit, E. & Robbertse, P.J. (2011). Adaptability of *Moringa oleifera* Lam. (Horseradish) tree seedlings to three temperature regimes. American Journal of Plant Sciences (pp. 776-780). Recuperado el 7 de enero de 2018 de http://file.scrip.org/pdf/AJPS20110602_20031564.pdf.
25. Olson, M.E.; Fahey, J.W. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multipropósito para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad.22
26. Organización Mundial de Salud (OMS) Temas de salud Nutrición (2016). Recuperado el 2 de enero de 2018 de <http://www.who.int/topics/nutrit/es/>
27. Pearson A. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Zaragoza España: Acribia; 1998. p.39 – 91

28. Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengol, N. & Reyes, F. (2010). Características y Potencialidades de *Moringa oleífera* Lam una alternativa para la alimentación animal. Pastos y forrajes, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 33(4), 16-33
29. Pignato, V., Segovia, A., Rodríguez, M.I; López, J. G. (2011). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (1ed) San Salvador. Gobierno de El Salvador Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (CONASAN)
30. Pecarías Sabin, C. (2009). Estudio de las posibles Zonas de Introducción de la *Moringa oleífera* Lam. En la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. Recuperado el 3 de enero de 2018 http://oa.upm.es/23094/1/PFC_ARIAS_SABIN.pdf
31. Posada L. (2007). Más desnutrición y pobreza en El Salvador. Prensa Digital ContraPunto, El Salvador Centro América. Recuperado el 11 de febrero de 2018 en http://archivoscp.net/index.php?option=con_contn&task=view&id=1132
32. Ram Chand D.:Sheo Datta M.:Brijendra K. P.; Narendra: Manisha G.:(2011). Moringa:the herbal gold to combat malnutritio.Chronicles of 2(1),110-116 Recuperado el 5 de febrero de 2018 de http://www.academia.edu/9767497/moriga:_the_herbal_gold_to_combt_malnutrition
33. Revista Cultural Biblioteca Islámica, (2005) Historia de la pupusa salvadoreña (platillo nacional). Recuperado el 26 de enero de 2018 en <http://www.redislam.net/2013/01/historia-de-la-pupusa-salvadorena.html>

34. Romero Rafael C; Arvayo Karla L; Mata, Nataly V. Ruvalcaba G. (2014). Aspectos Tóxicos más relevantes de la *Moringa oleífera* y sus Posibles Daños a la Salud. Ciencias Biológicas y de la Salud (2014). Recuperado el 26 de enero de 2018 en <http://www.biotecnia.uson.mx/revista/articulos/26ARTICULO%207.pdf>
35. Santos N. M (2017) Investigación de la adulteración y falsificación de la *Moringa oleífera* (Moringa) en capsula y material vegetal seco comercializada en siete mercados en el municipio de San Salvador.
36. Sociedad de Manufactura de Alimentos de Japón. Métodos de Análisis de Alimentos. Los alimentos: Métodos de Análisis. Comisión Editorial de la Publicación (Korin Co.)
37. Triola, M. (2004). Estadística (9ª ed). México: Pearson/Educación. Páginas: 602–635.
38. Watts B. M.; Ylimaki G.L.; Jeffery L.E. y Elías L.G. (2009) Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica 16(1), 44-46.

ANEXOS

ANEXO N° 1
PRE TRATAMIENTO DE LAS PUPUSAS CON LOS DIFERENTES
RELLENOS Y TORTILLA DE MAÍZ.



Figura N°17. Pupusas elaboradas con los diferentes rellenos y tortilla de maíz.



Figura N° 18. Determinación de la humedad en las pupusas elaboradas con los diferentes rellenos y tortilla de maíz.

ANEXO N°2
REGISTRO DE LA CANTIDAD DE INGREDIENTES UTILIZADOS PARA
LA ELABORACIÓN DE LAS PUPUSAS Y TORTILLAS DE MAÍZ

Tabla N° 33. Registro de los gramos utilizados de cada ingrediente para la elaboración de pupusas con relleno de hojas de Moringa.

Pupusa con relleno de hojas de moringa			
N° de pupusas	Peso de la masa de maíz (g)	Peso de hojas de moringa (g)	Total de peso de cada una de las pupusas (g)
1	52.04	25.00	77.04
2	52.00	25.00	77.00
3	52.01	25.00	77.01
4	52.03	25.03	77.06
5	52.01	25.03	77.04
6	52.00	25.02	77.02
7	52.01	25.00	77.01
8	52.00	25.03	77.03
9	52.04	25.02	77.06
10	52.04	25.00	77.04
11	52.01	25.03	77.04
12	52.00	25.02	77.02
13	52.04	25.04	77.08
14	52.01	25.04	77.05
15	52.04	25.03	77.07
16	52.01	25.00	77.01
17	52.02	25.04	77.06
18	52.03	25.04	77.07
19	52.03	25.00	77.03
20	52.03	25.03	77.06
21	52.03	25.04	77.07
22	52.03	25.03	77.06
23	52.03	25.02	77.05
24	52.00	25.04	77.04
25	52.01	25.03	77.04
26	52.04	25.02	77.06
27	52.02	25.04	77.06
28	52.03	25.03	77.06
29	52.02	25.02	77.04
30	52.04	25.03	77.07

Tabla N° 34. Registro de los gramos utilizados de cada ingrediente para la elaboración de pupusas con relleno de hojas de Moringa con queso.

Pupusas de Maíz con relleno de queso con hojas de <i>Moringa oleífera</i>				
N° de pupusas	Masa de maíz (g)	(Quesillo) (g)	Hojas de <i>Moringa oleífera</i> (g)	Total de peso de cada una de las pupusas (g)
1	52.04	12.44	12.60	77.08
2	52.04	12.50	12.56	77.1
3	52.03	12.51	12.50	77.04
4	52.00	12.50	12.52	77.02
5	52.04	12.50	12.50	77.04
6	52.01	12.50	12.5	77.01
7	52.01	12.52	12.52	77.05
8	52.02	12.53	12.50	77.05
9	52.02	12.51	12.51	77.04
10	52.02	12.52	12.50	77.04
11	52.03	12.52	12.51	77.06
12	52.00	12.52	12.51	77.03
13	52.03	12.51	12.52	77.06
14	52.00	12.51	12.52	77.03
15	52.01	12.52	12.51	77.04
16	52.00	12.50	12.51	77.01
17	52.05	12.52	12.51	77.08
18	52.04	12.53	12.53	77.10
19	52.03	12.54	12.51	77.08
20	52.05	12.50	12.51	77.06
21	52.04	12.51	12.52	77.07
22	52.04	12.54	12.50	77.08
23	52.00	12.54	12.52	77.06
24	52.00	12.51	12.51	77.02
25	52.04	12.50	12.50	77.04
26	52.04	12.50	12.53	77.07
27	52.00	12.51	12.53	77.04
28	52.00	12.52	12.50	77.02
29	52.00	12.52	12.50	77.02
30	52.00	12.52	12.50	77.02

Tabla N° 35. Registro de los gramos utilizados de cada ingrediente para la elaboración de pupusas con relleno de quesillo.

pupusa de maíz con relleno de quesillo			
N de pupusas	Masa de maíz (g)	Quesillo	Total de peso de cada una de las pupusas (g)
1	52.01	25.01	77.02
2	52.03	25.02	77.05
3	52.04	25.01	77.05
4	52.03	25.03	77.06
5	52.01	25.01	77.02
6	52.01	25.03	77.04
7	52.03	25.02	77.05
8	52.06	25.02	77.08
9	52.00	25.04	77.04
10	52.03	25.02	77.05
11	52.03	25.01	77.04
12	52.01	25.00	77.01
13	52.00	25.00	77.00
14	52.03	25.02	77.05
15	52.02	25.00	77.02
16	52.03	25.00	77.03
17	52.04	25.03	77.07
18	52.04	25.04	77.08
19	52.02	25.02	77.04
20	52.02	25.02	77.04
21	52.02	25.02	77.04
22	52.02	25.04	77.06
23	52.03	25.02	77.05
24	52.02	25.02	77.04
25	52.02	25.03	77.05
26	52.01	25.01	77.02
27	52.01	25.02	77.03
28	52.01	25.02	77.03
29	52.02	25.03	77.05
30	52.01	25.03	77.04

Tabla N° 36. Registro de los gramos utilizados de ingrediente para la elaboración de tortillas de maíz

N° de pupusas	Peso de la masa de maíz (g)
1	77.02
2	77.03
3	77.04
4	77.06
5	77.04
6	77.03
7	77.04
8	77.02
9	77.03
10	77.03
11	77.04
12	77.03
13	77.04
14	77.04
15	77.02
16	77.04
17	77.04
18	77.04
19	77.04
20	77.03
21	77.04
22	77.04
23	77.04
24	77.04
25	77.04
26	77.04
27	77.04
28	77.04
29	77.03
30	77.04

ANEXO N° 3
LISTADO DE MATERIALES, EQUIPO Y REACTIVOS
PARA EL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL Y DETERMINACIÓN
DE MINERALES.

Materiales

a) Determinación de Humedad ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Caja de aluminio
- Estufa
- Torunda de algodón
- Pinzas
- Desecador
- Licuadora de acero inoxidable
- Espátula
- Balanza analítica digital
- Bitácora
- Reloj

b) Determinación de Nitrógeno y Proteína ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Matraces de digestión para micro – kjeldahl
- Pipeta de morh 3.0 mL
- Erlenmeyer de 125.0 mL
- Probeta de 10.0 mL
- Beaker de 100 mL
- Aparato de destilación para micro – kjeldahl
- Bureta de 50.0 mL
- Goteros
- Pizeta
- Balanza analítica
- Espátula
- Aparato digestor para micro – kjeldahl

- Reloj
- Bitácora

c) Determinación de extracto etéreo (1)

Materiales y equipo

- Aparato para la extracción de grasa, soxtlet
- Beakers
- Dedales de extracción
- Balanza analítica digital
- Estufa
- Pinza
- Hot-platea
- Desecador
- Probeta de 50 mL
- Espátula
- Papel filtro
- Bitácora

d) Determinación de Cenizas (1)

Materiales y equipo

- Mufla
- Crisol
- Pinzas
- Desecador
- Espátula
- Torunda de algodón
- Balanza analítica digital
- Bitácora

- Reloj

e) Reactivo de kelpack (Sulfato de potasio, Sulfato de cobre) catalizador

- Pesar en balanza semianalítica o granataria 15.6 g de sulfato de potasio (K_2SO_4).
- Pesar en una balanza analítica 0.06 g de sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5 H_2O$).
- Mezclar ambos reactivos y almacenar en contenedor cerrado.

f) solución de ácido bórico 4%

- Pesar 4 g de ácido bórico en una balanza analítica
- Agregar en un balón volumétrico de 100 mL limpio y seco 20 mL de agua destilada.
- Incorporar los 4 g de ácido bórico al balón volumétrico de 100 mL.
- Agitar para disolver el ácido bórico.
- Añadir agua destilada al balón volumétrico de 100 mL hasta la marca de aforo.
- Agitar.
- Transferir a un frasco de vidrio ámbar, etiquetar y almacenar.

g) Solución de hidróxido de sodio al 40 %

- Pesar 40 g de hidróxido de sodio en una balanza analítica
- Medir 50 mL de agua libre de CO_2 .
- Agregar a un beaker de 100 mL los 50 mL de agua libre de CO_2 .
- Agregar al beaker del paso anterior los 40 g de Hidróxido de sodio y disolverlos.
- Transferirlo a un balón volumétrico de 100 mL y aforar con agua libre de CO_2 .

h) Solución indicadora de verde de Bromocresol

- Pesar 50 mg de Verde de Bromocresol en balanza analítica.
- Medir 40 mL de alcohol etílico.
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL.
- Añadir 50 mg de Verde de Bromocresol a los 40 mL de alcohol y disolver.
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar.
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco.
- Intervalo de transición: de pH 4.0 a 5.4.
- Cambio de color: de amarillo a azul.

i) Solución de Rojo de metilo

- Pesar 100 mg de Rojo de metilo en balanza analítica.
- Medir 40 mL de alcohol etílico.
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL.
- Añadir 100 mg de Rojo de metilo a los 40 mL de alcohol y disolver.
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar.
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco.
- Intervalo de transición: de pH 4.2 a 6.2.
- Cambio de color: de rojo a Amarillo.

j) Solución de ácido sulfúrico sulfúrico 0.025 N

- Medir 55 mL de ácido sulfúrico sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Colocar en un balón de 500 mL.
- Aforar con agua destilada hasta la marca.

k) Solución de hidróxido de sodio 0.313 N

- Pesar 12.77 g de Hidróxido de Sodio en una balanza analítica.
- Incorporar a un beaker de 100 mL y disolver en 20 mL de agua destilada libre de CO_2 .

- Transferir a un balón volumétrico de 100 mL y aforar con agua libre de CO_2 .

l) Solución de Fenolftaleína

- Pesar 1 g de Fenolftaleína en balanza analítica.
- Medir 40 mL de alcohol etílico.
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL.
- Añadir 1 g de Fenolftaleína a los 40 mL de alcohol y disolver.
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar.
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco.
- Intervalo de transición: de pH 8.0 a 10.0.
- Cambio de color: de incoloro a rojo.

m) Solución de Ácido Clorhídrico 1:50

Para Preparar 500 mL de Ácido Clorhídrico 1:50

- Medir 9.80 mL de Ácido Clorhídrico Concentrado en una probeta.
- En un balón volumétrico medir aproximadamente 200 mL de agua desmineralizada y agregar cuidadosamente por las paredes los 9.80 mL de ácido Clorhídrico Concentrado.

Aforar a volumen de 500 mL con agua desmineralizada.

n) Solución Molibdato-Vanadato de Amonio

- Pesar 60 g de molibdato de amonio tetrahidratado y disolverlos en 900 ml de agua destilada caliente. Luego enfriar y diluir a 1 litro.

Solución de Meta-Vanadato de amonio ⁽³⁾

- Pesar 1.5 g de metavanadato de amonio y diluirlos en 690 ml de agua destilada caliente; luego añadir 300 ml de HNO_3 , enfriar y diluir a 1 litro.
- Adicionar gradualmente con agitación, la solución de Molibdato de amonio a la solución de Vanadato de amonio.

NOTA: Almacenar a temperatura ambiente en frascos de polietileno. El reactivo es estable indefinidamente en frascos de polietileno pero si es almacenada en frascos de vidrio gradualmente se forma precipitado después de varios meses. Descartar el reactivo si se forma precipitado.

o) Solución de cloruro de lantano (LaCl_3 , 1% p/v)

- Pesar 11,7 g (+/- 100mg) de LaCl_3 .
- Transferir a un balón volumétrico de 1 L.
- Agregar un poco de agua desmineralizada hasta disolver por completo.
- Agregar lentamente 50 mL de HCl 37% (Precaución: Reacción exotérmica). Agitar suavemente, hasta disolver todo el reactivo y luego aforar con agua desmineralizada.

Nota: Estable 6 meses a temperatura ambiente.

ANEXO N°4
ESQUEMA DE PROCEDIMIENTOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
PROXIMAL Y DE MINERALES.

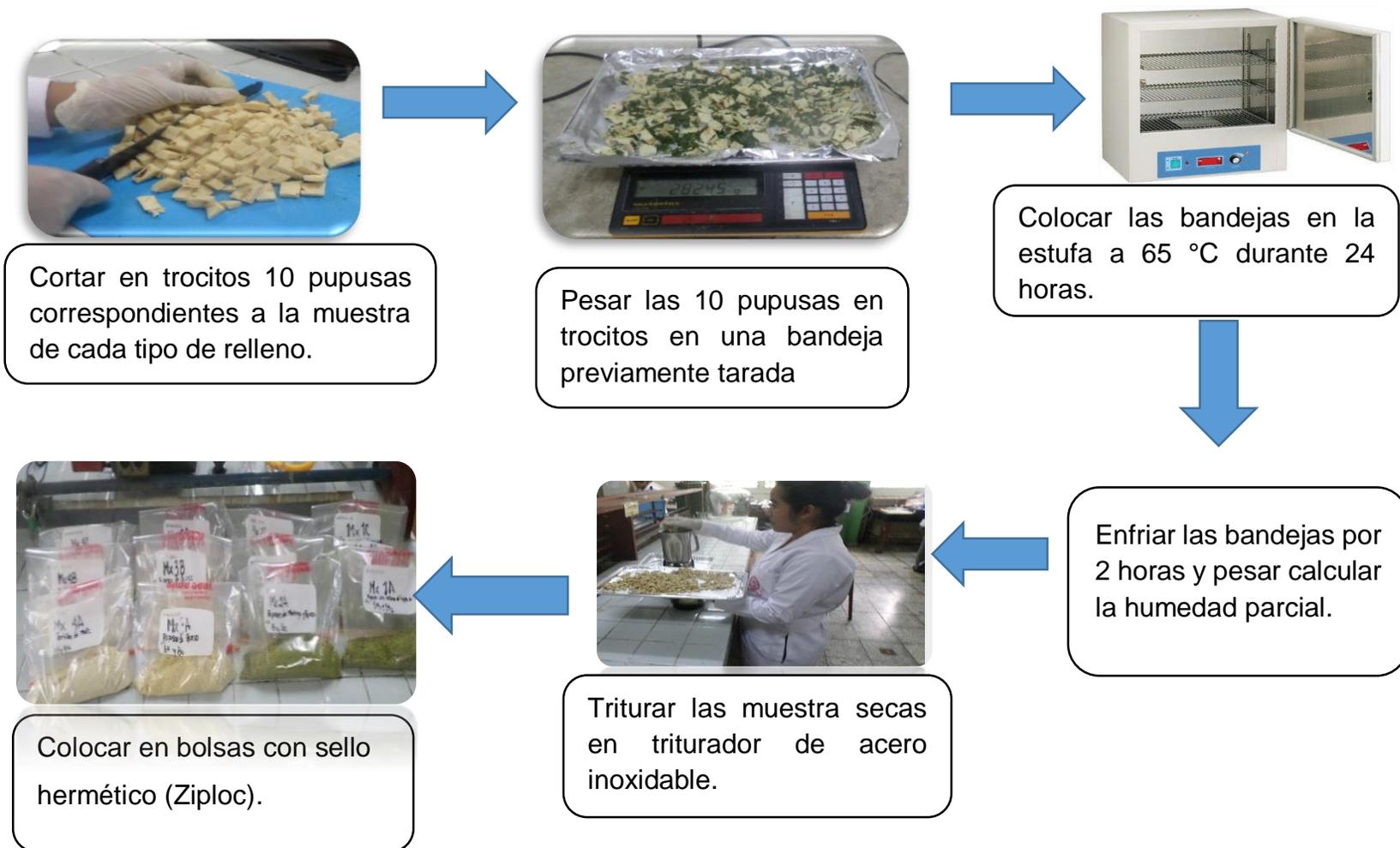


Figura N°19. Determinación de Humedad parcial

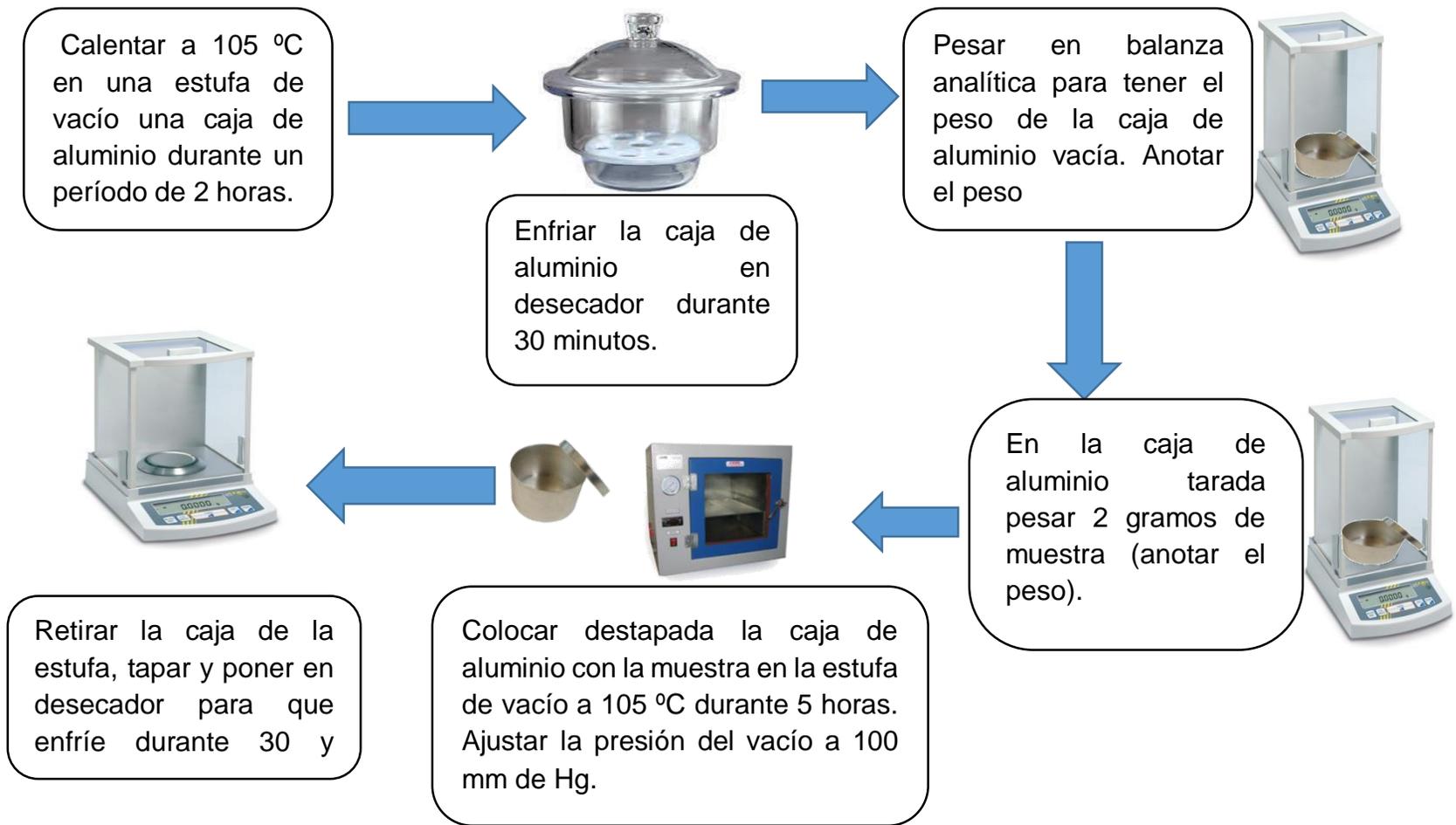
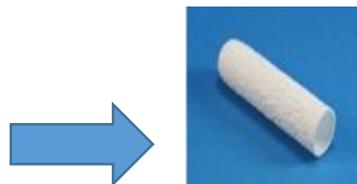


Figura N° 20. Determinación de la Humedad Tota



Figura N° 21. Determinación de Nitrógeno Proteico

Pesar 2.0 g en papel filtro de muestra de pupusas a la que se le determino humedad a 105 °C



Introducir el papel filtro con muestra dentro de un dedal.



Colocar el dedal en el portadedal y fijarlo al condensador.

Terminado el proceso, continuar la extracción hasta que queden de 1.5 a 2 mL de solvente en el balón.



Armar el equipo de extracción. Iniciar la extracción 8 horas, revisar que el nivel de solvente.

En el balón añadir 150mL de éter de petróleo



Secar los balones con grasa en una estufa a 100°C después enfriar.



Pesar el balón con grasa Anotar el peso

Figura N°22. Determinación de Extracto Etéreo

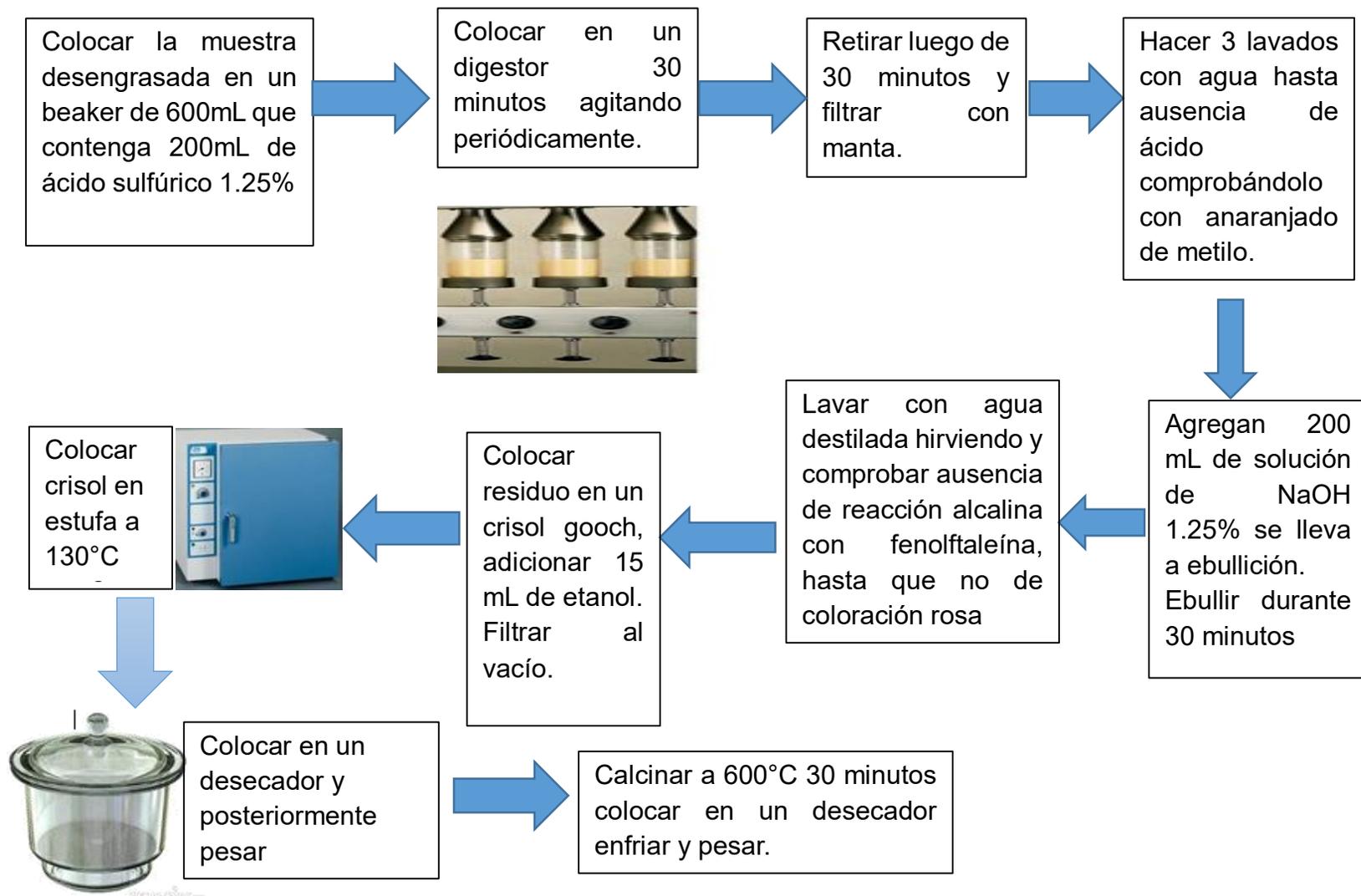


Figura N°23. Determinación de Fibra Cruda

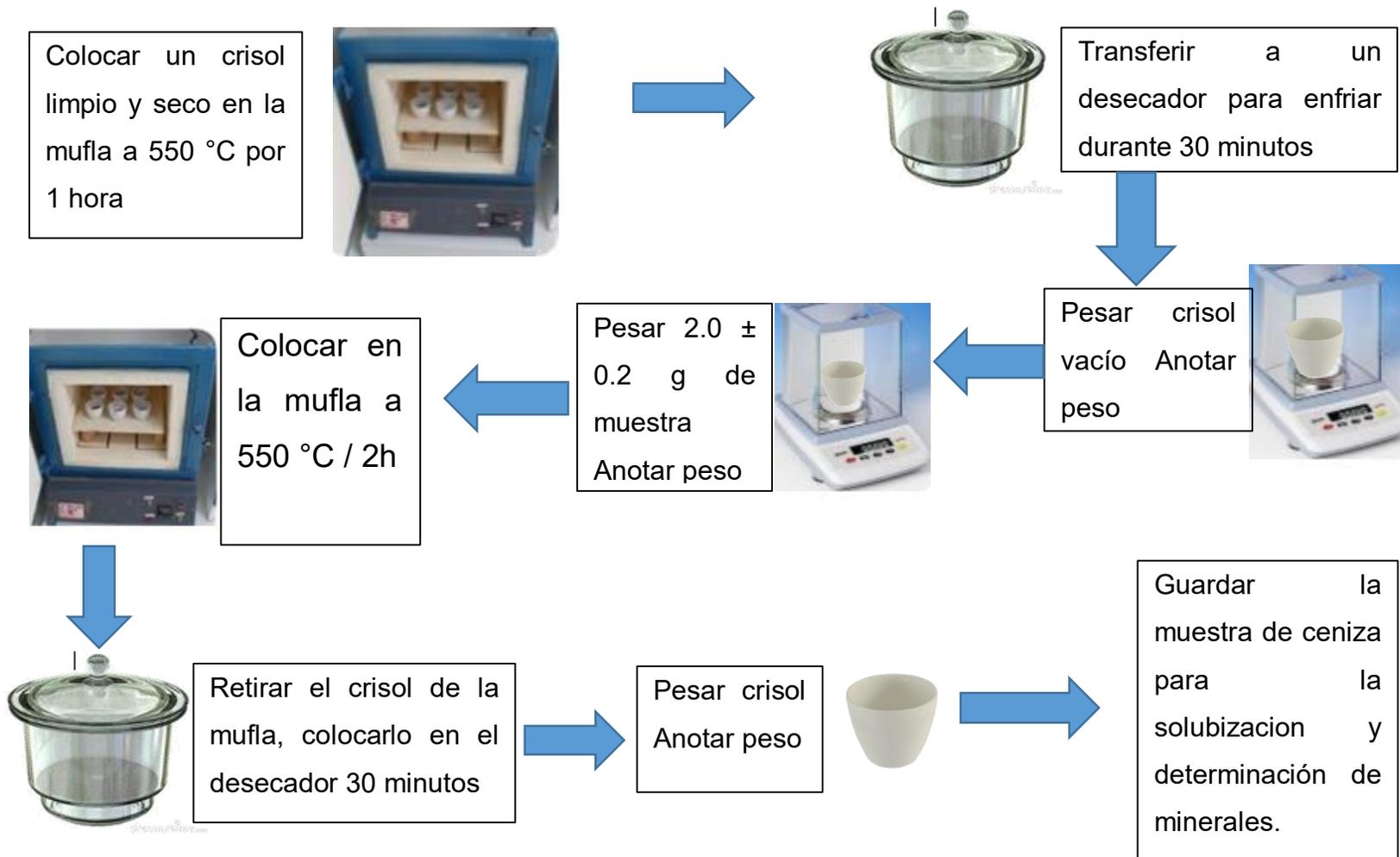


Figura N°24. Determinación de ceniza

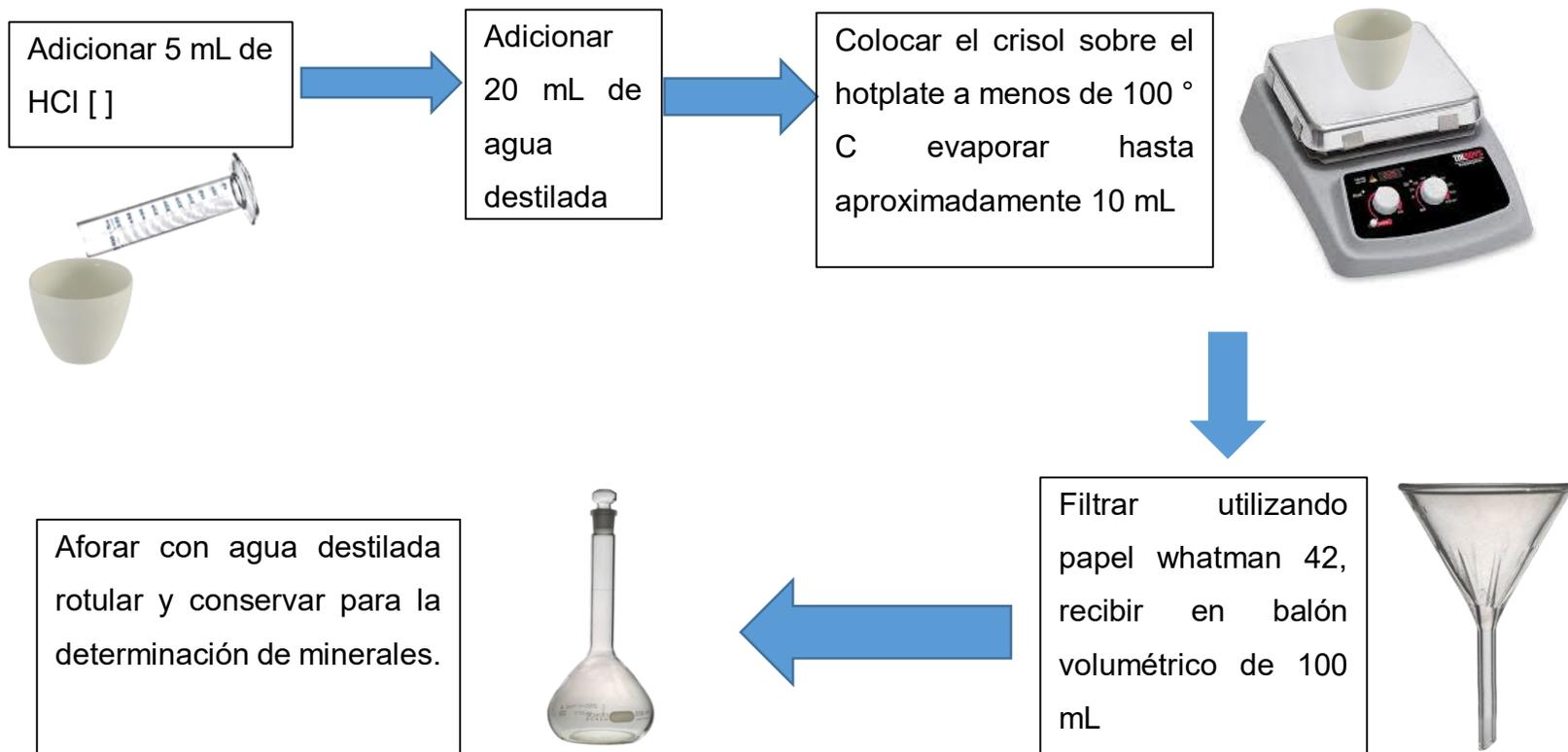
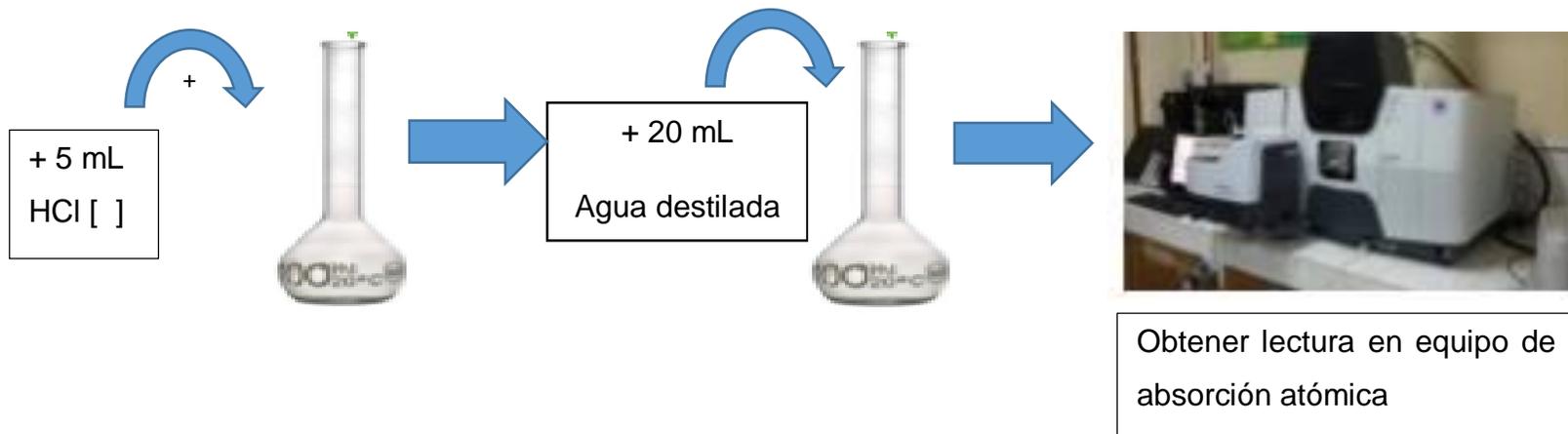


Figura N° 25. Tratamiento de la ceniza para la cuantificación de minerales



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 200.0 mL de cada estándar)

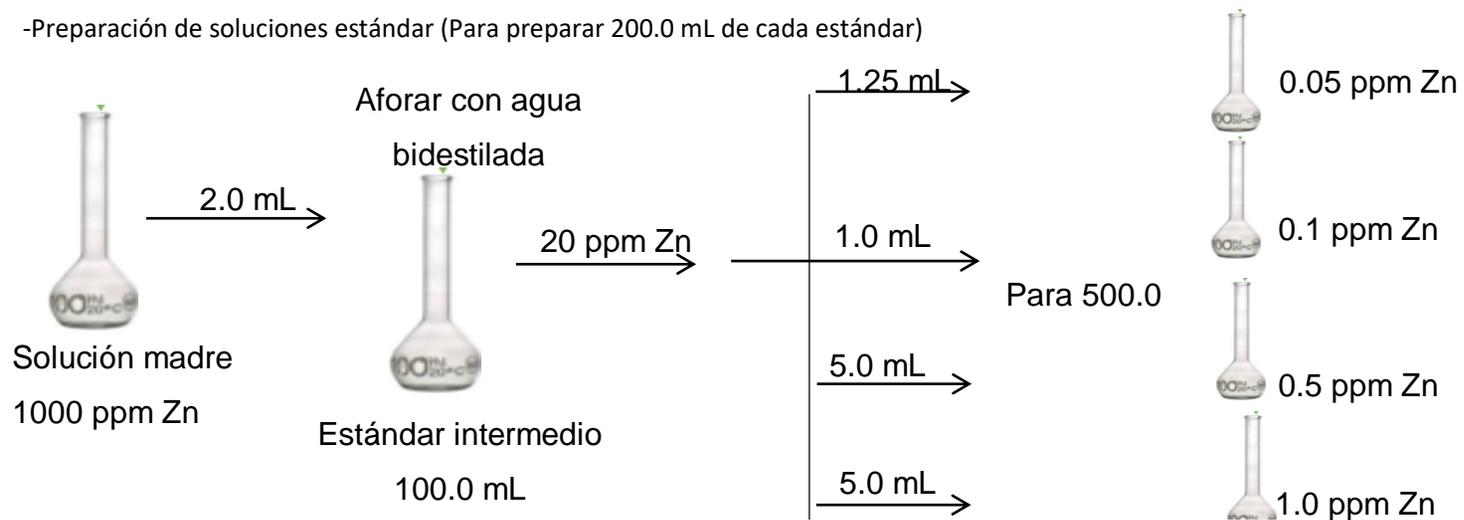
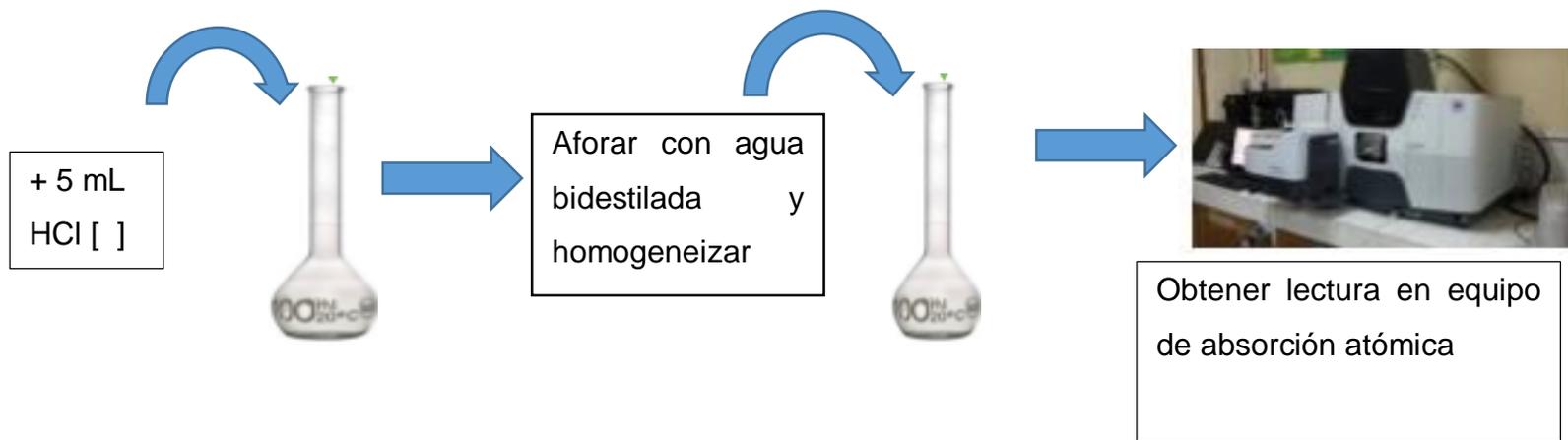


Figura N°26. Cuantificación de Zinc



Figura N°26. Continuación de la determinación de zinc



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 100.0 mL de cada estándar)

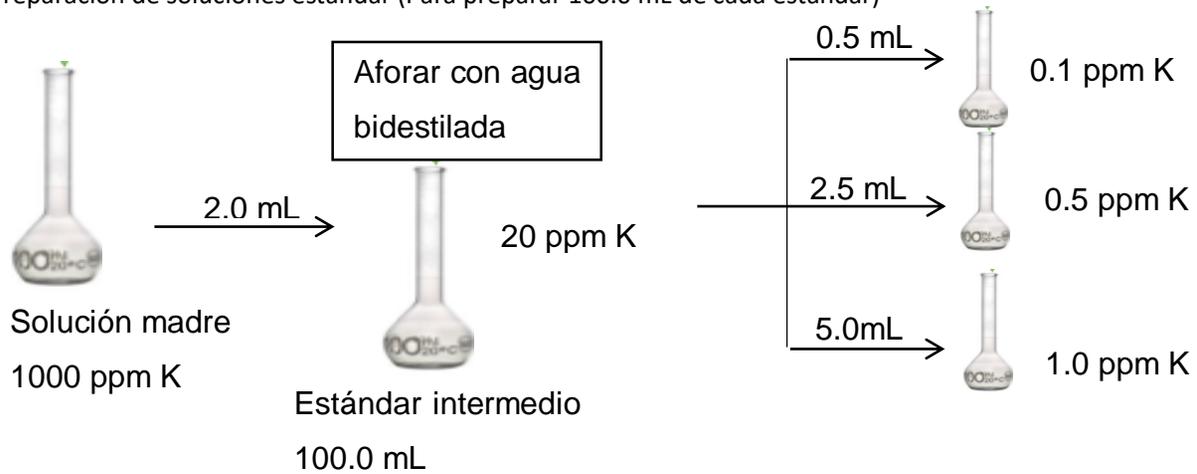
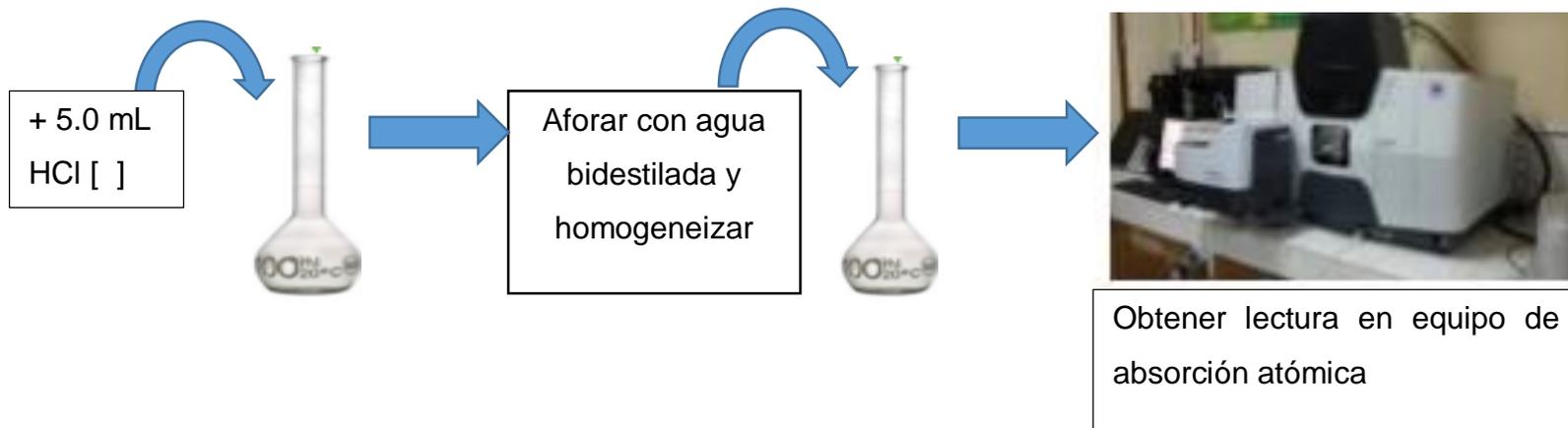


Figura N°27. Cuantificación de potasio



Figura N°27. Continuación de cuantificación de potasio



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 100.0 mL de cada estándar)

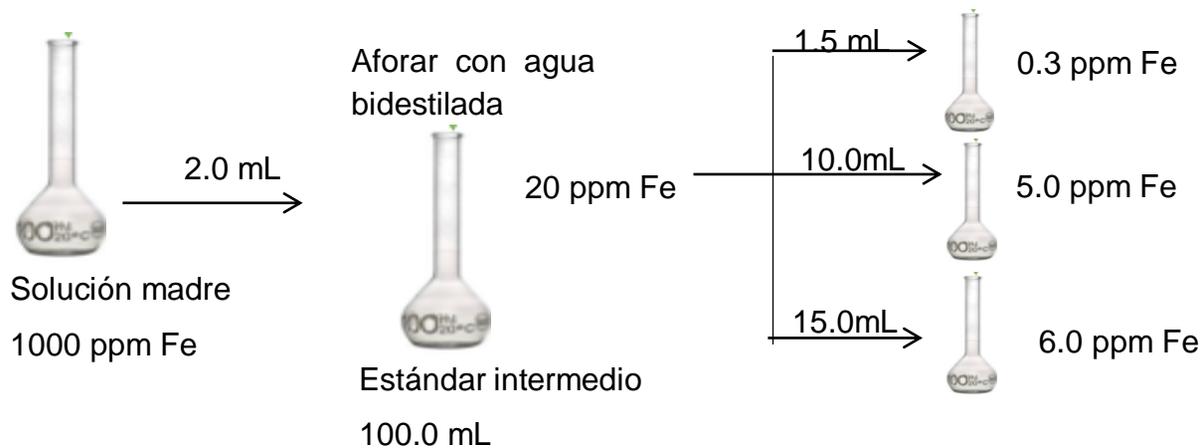


Figura N°28. Cuantificación de Hierro

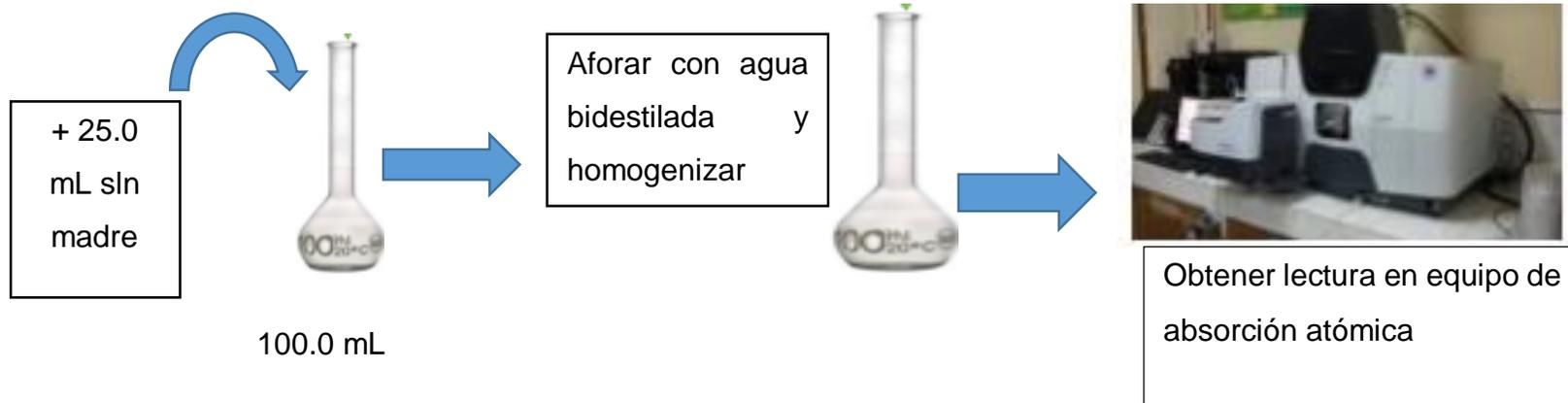
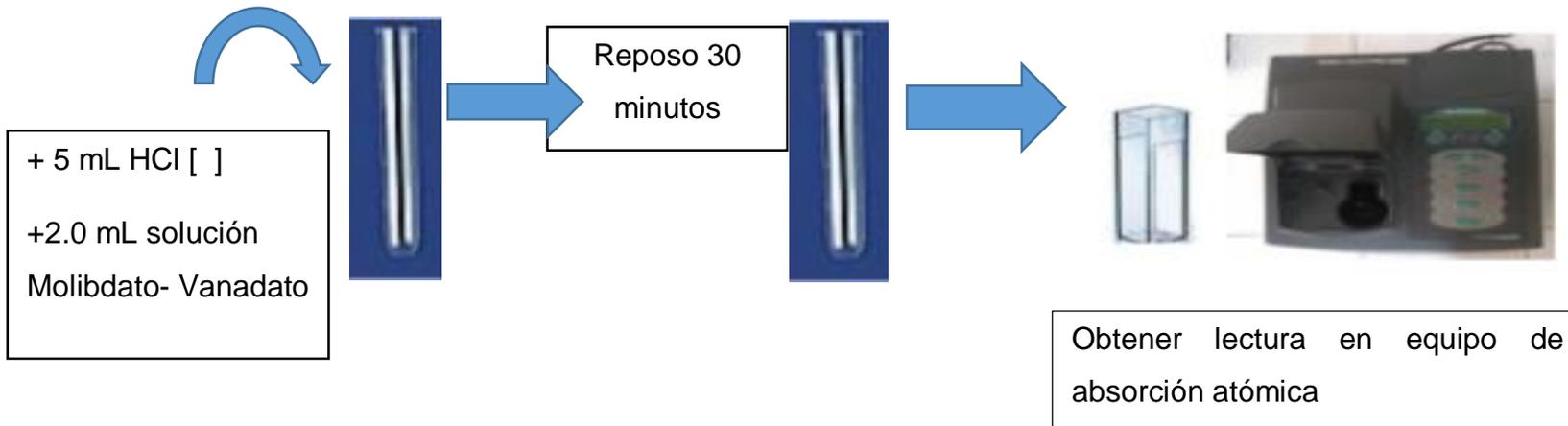


Figura N°28. Continuación de cuantificación de Hierro



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 500.0 mL de cada estándar)

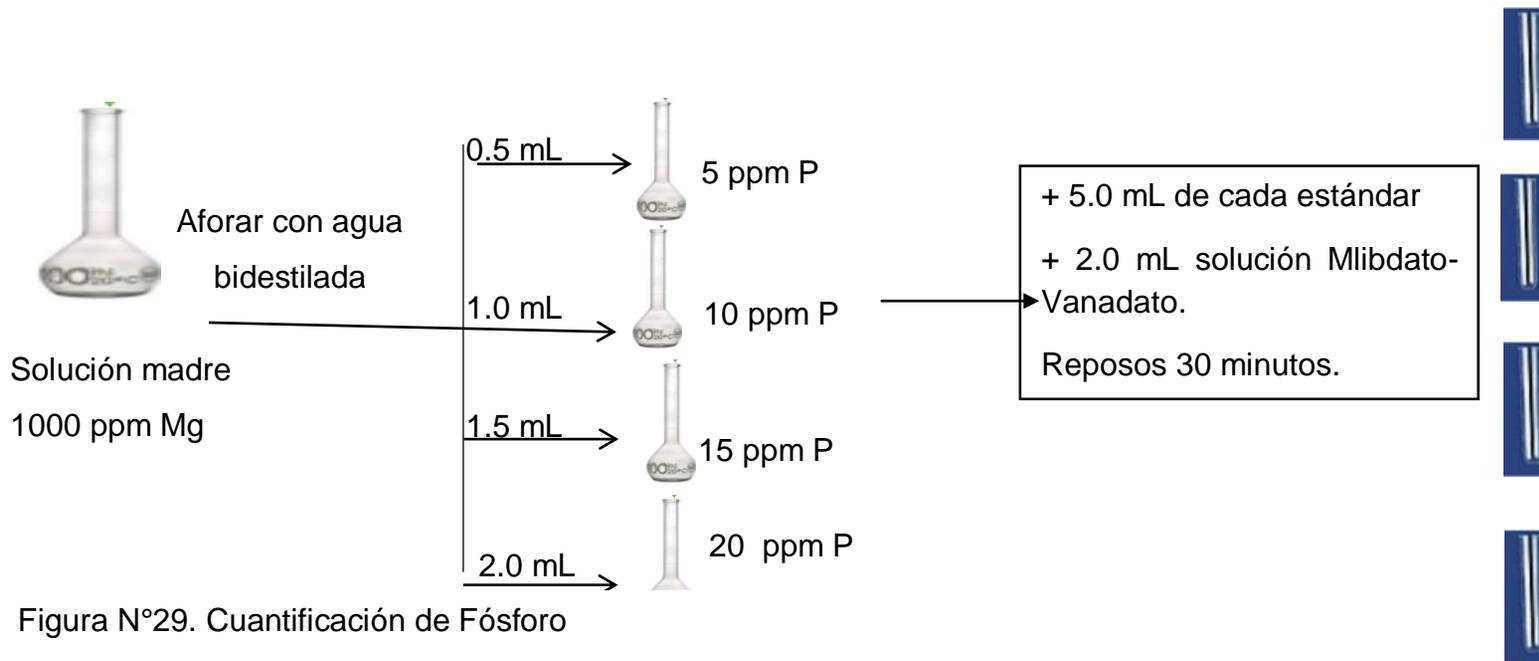
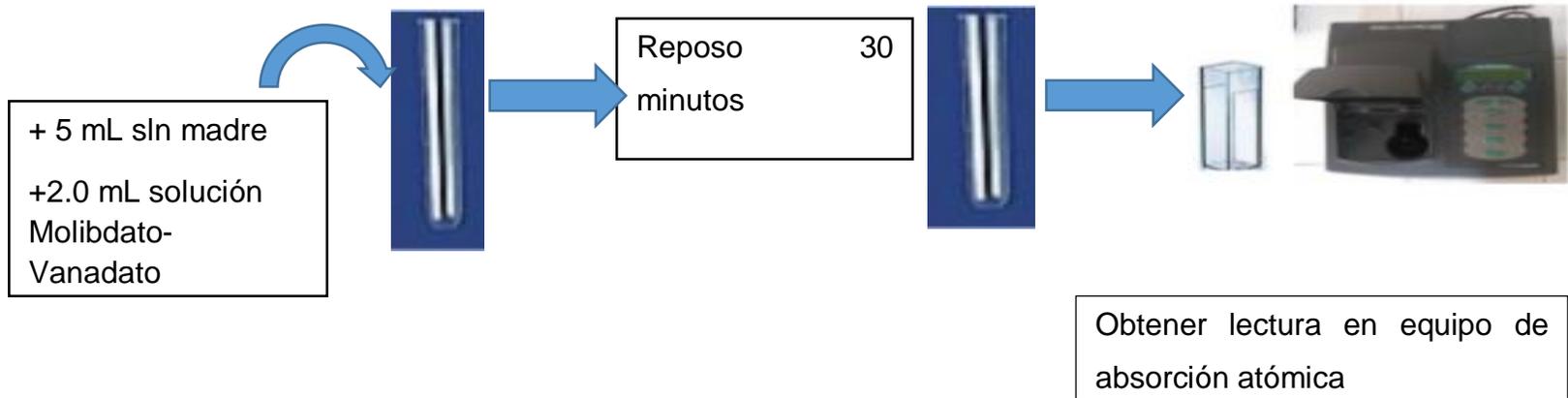


Figura N°29. Cuantificación de Fósforo



Preparar una curva de calibración del equipo utilizando una solución patrón de 1000 ppm de Fósforo.
Preparar solución stock de 100ppm

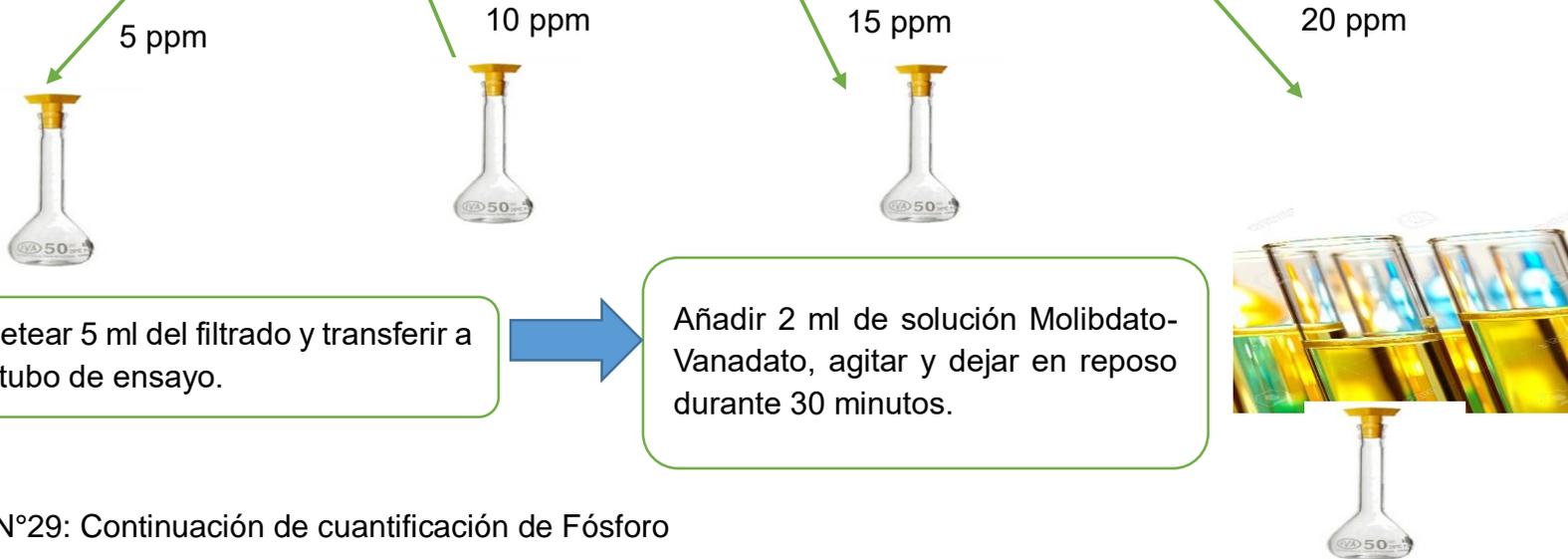
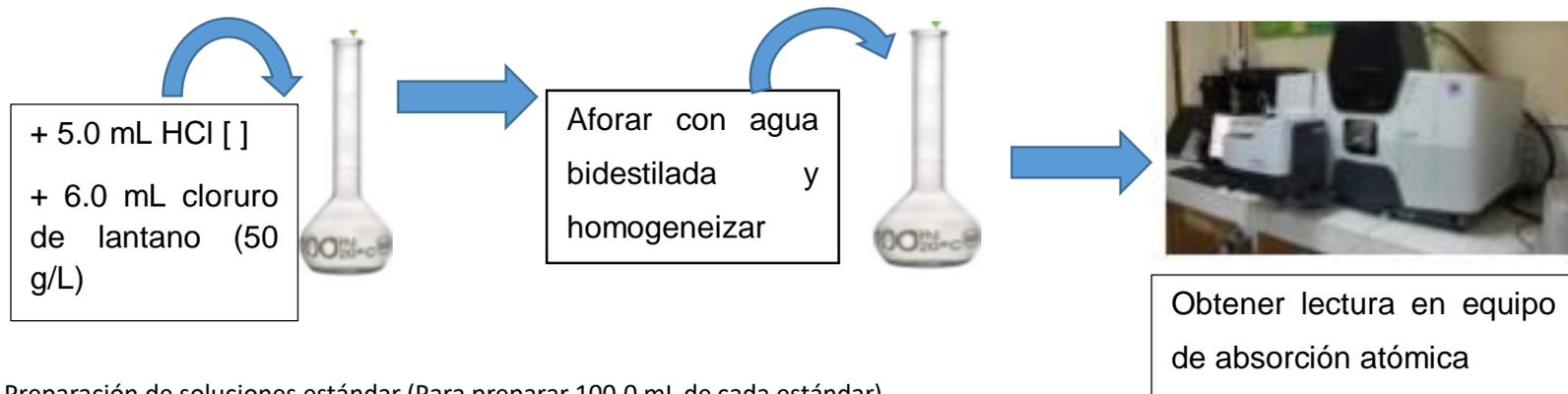


Figura N°29: Continuación de cuantificación de Fósforo



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 100.0 mL de cada estándar)

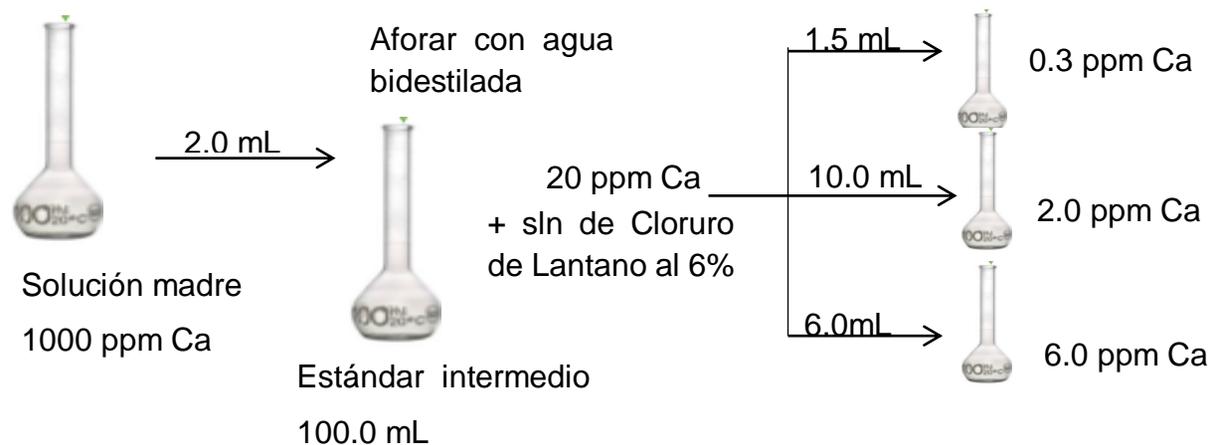


Figura N°30. Cuantificación de Calcio

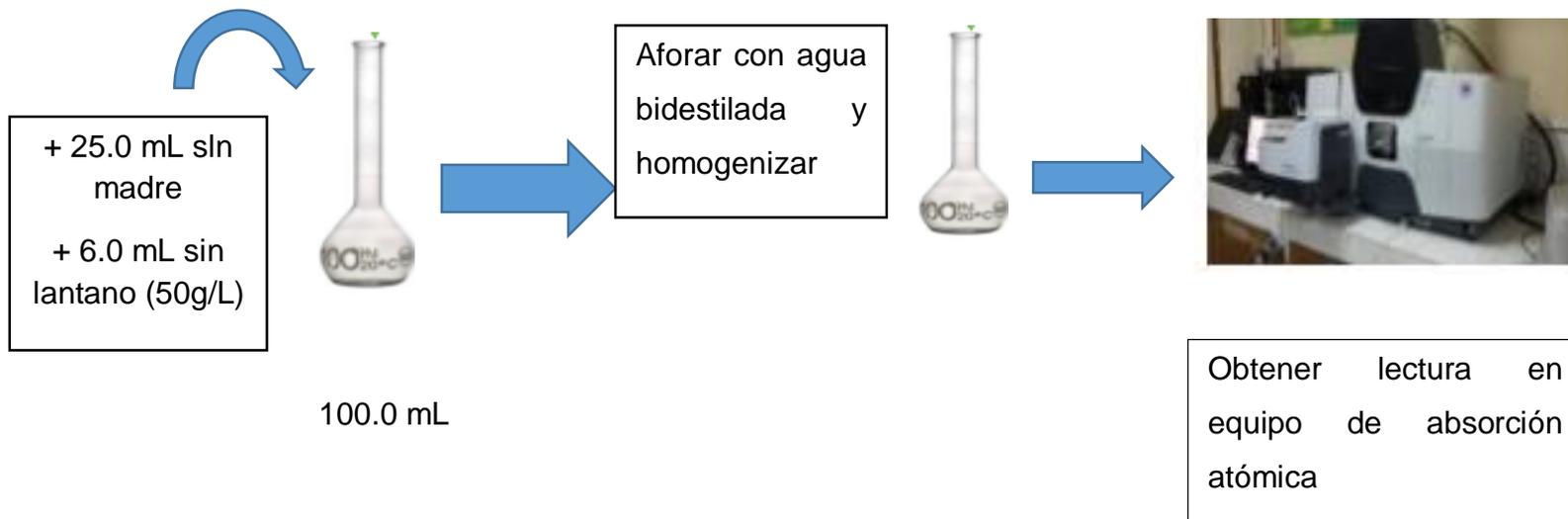
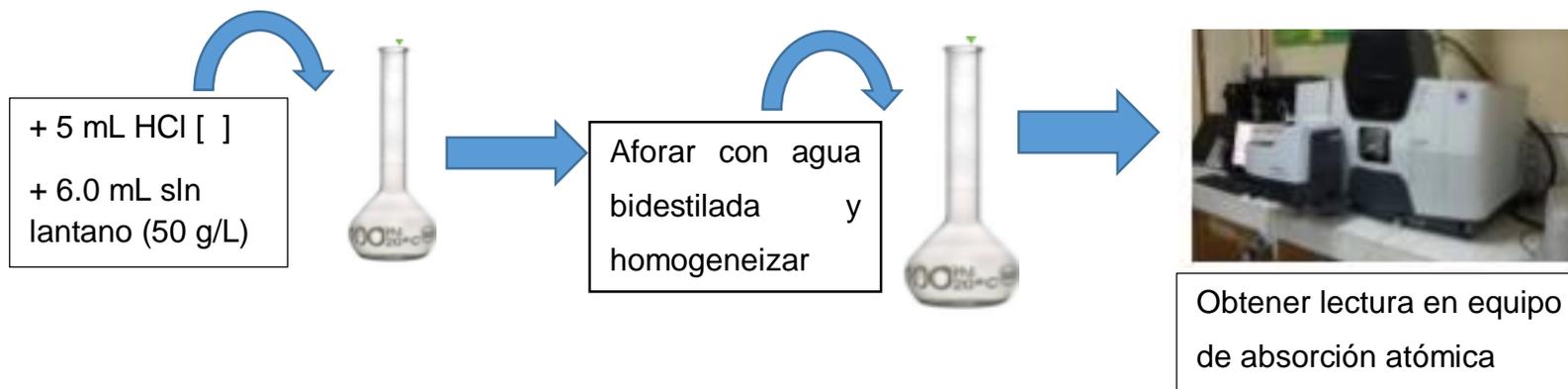


Figura N°30. Continuación de cuantificación de Calcio



-Preparación de soluciones estándar (Para preparar 500.0 mL de cada estándar)

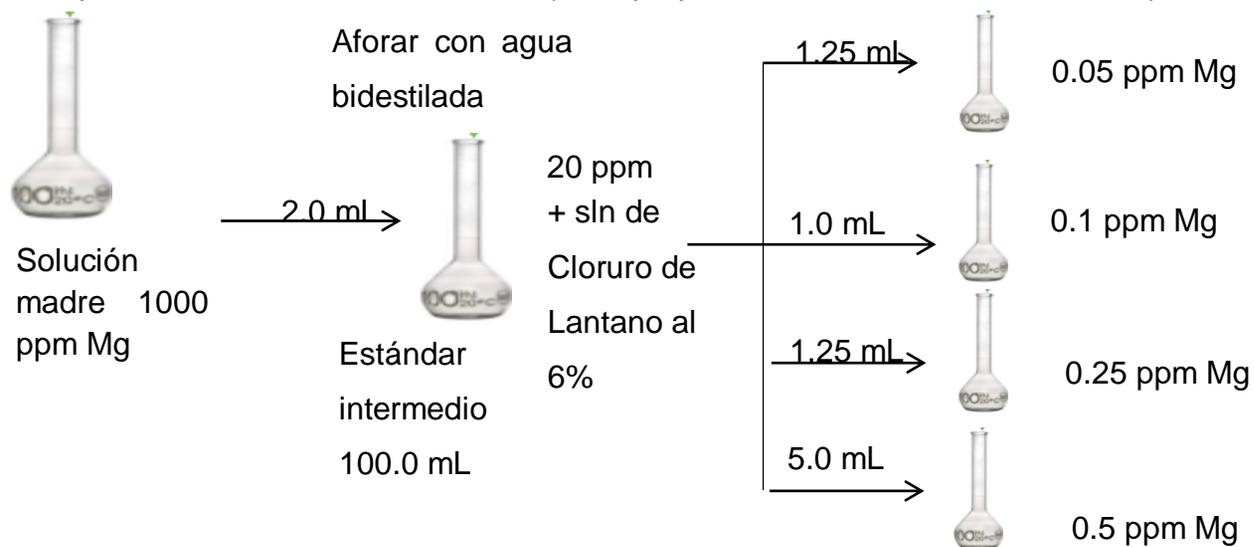


Figura N°31. Cuantificación de Magnesio

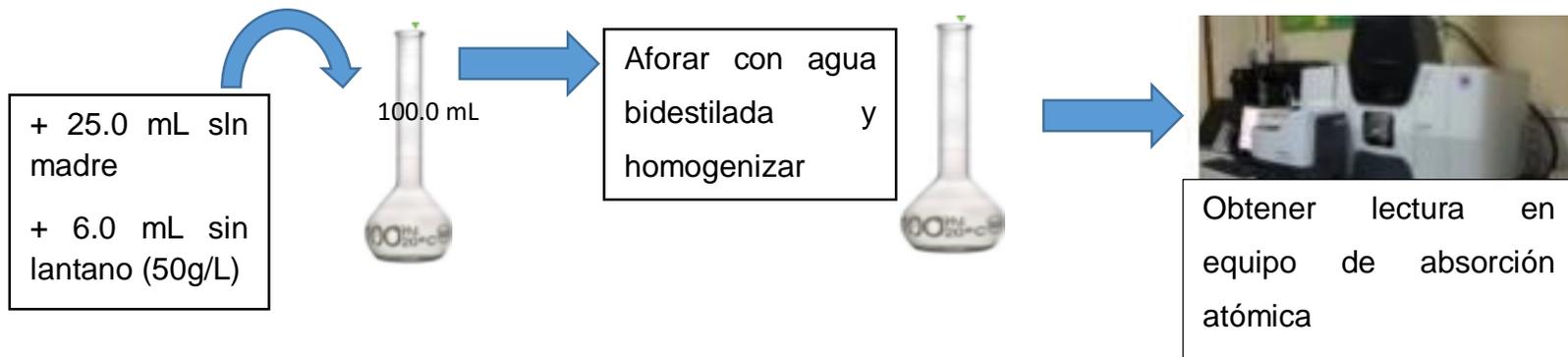


Figura N°31. Continuación de cuantificación de Magnesio

ANEXO N° 5
FOTOGRAFÍA DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y DETERMINACIÓN
DE CENIZA



Figura N° 32. Determinación del contenido de nitrógeno proteico presente en las pupusas elaboradas con los diferentes rellenos y en la tortilla de maíz.



Figura N° 33. Determinación del contenido de ceniza presente en las pupusas y en la tortilla de maíz.



Figura N° 34. Digestión de ceniza para la cuantificación de minerales en las pupusas con los diferentes rellenos en la tortilla de maíz.

ANEXO N°6
CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE LAS CURVAS ESTÁNDAR
PARA LA DETERMINACIÓN DE MINERALES

a) Preparación de Soluciones Estándar de Zinc

Preparación de solución stock de Zn 20.0 ppm ⁽¹⁾.

A partir de la solución de 1000.0 ppm de Zinc, se preparara 100.0 mL de una solución de trabajo de 20.0 ppm. Para esto se utilizara la siguiente fórmula:

$$C_1V_1=C_2V_2$$

$$V_1=\frac{(20\text{ppm})(100\text{mL})}{(1000\text{ppm})}=2.0\text{mL}$$

Preparación de curva de estándares ⁽¹⁾.

Para preparar cada estándar se utilizara la solución de trabajo de 20.0 ppm de Zinc y se realizara cada cálculo de la siguiente manera:

- Preparación de estándar 0.05 ppm de Zn:

$$V_1=\frac{(0.05\text{ppm})(500\text{mL})}{(20\text{ppm})}=1.25\text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.1 ppm de Zn:

$$V_1=\frac{(0.1\text{ppm})(200\text{mL})}{(20\text{ppm})}=1.0\text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.5 ppm de Zn:

$$V_1=\frac{(0.5\text{ppm})(200\text{mL})}{(20\text{ppm})}=5.0\text{ mL}$$

- Preparación de estándar 1.0 ppm de Zn:

$$V_1=\frac{(1.0\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})}=5.0\text{ mL}$$

b) Preparación de curva de estándares potasio ⁽¹⁾

Preparación de solución stock de K 20.0 ppm

A partir de la solución de 1000.0 ppm de potasio, se preparara 100.0 mL de una solución de trabajo de 20.0 ppm. Para esto se utilizara la siguiente fórmula:

$$C_1V_1=C_2V_2$$

Para preparar cada estándar se utilizara la solución de trabajo de 20.0 ppm de potasio y se realizara cada cálculo de la siguiente manera:

- Preparación de estándar 0.1 ppm de k

$$V_1 = \frac{(0.1\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 0.5 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.5 ppm de k:

$$V_1 = \frac{(0.5\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 2.5 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 1.0 ppm de Mg:

$$V_1 = \frac{(1.0 \text{ ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 5 \text{ mL}$$

c) Preparación de Soluciones Estándar de Hierro

Preparación de solución stock de Fe 20.0 ppm.

A partir de la solución de 1000 ppm de Fe, se preparara 100.0 mL de una solución de trabajo de 20.0 ppm. Para esto se utilizara la siguiente fórmula:

$$C_1V_1=C_2V_2$$

$$V_1 = \frac{(20\text{ppm})(100\text{mL})}{(1000\text{ppm})} = 2.0 \text{ mL}$$

Preparación de curva de estándares.

Para preparar cada estándar se utilizara la solución de trabajo de 20 ppm de Hierro y se realizó cada cálculo de la siguiente manera:

- Preparación de estándar 0.3 ppm de Fe:

$$V_1 = \frac{(0.3\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 1.5 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 2.0 ppm de Fe:

$$V_1 = \frac{(2\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 10.0 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 6.0 ppm de Fe:

$$V_1 = \frac{(6\text{ppm})(50\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 15.0 \text{ mL}$$

d) de Soluciones Estándar de Fosfato (3, 31)

Solución Madre de Fósforo ([0.5 mg P₂O₅/ml]).

Disolver 0.2397 g de estándar primario de KH₂PO₄ en agua destilada y llevar a volumen en un balón volumétrico de 250 ml.

Soluciones de Trabajo de Fosfato.

Diluir 0, 5,10,15,20,25,30 y 35 ml de la solución Madre en balones volumétricos de 500 ml para obtener estándares de trabajo de 0.00, 0.05, 0.10, 0.20 mg P₂O₅/10 ml respectivamente.

e) Preparación de Soluciones Estándar de Calcio

Preparación de solución stock de Ca 20.0 ppm

A partir de la solución de 1000.0 ppm de Ca, se preparara 100.0 mL de una solución de trabajo de 20.0 ppm. Para esto se utilizara la siguiente fórmula:

$$C_1V_1=C_2V_2$$
$$V_1=\frac{(20\text{ppm})(100\text{mL})}{(1000\text{ppm})}=2.0\text{ mL}$$

Preparación de curva de estándares

Para preparar cada estándar se utilizara la solución de trabajo de 20.0 ppm de Ca y se realizara cada cálculo de la siguiente manera:

- Preparación de estándar 0.3 ppm de Ca:

$$V_1=\frac{(0.3\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})}=1.5\text{ mL}$$

- Preparación de estándar 2.0 ppm de Ca:

$$V_1=\frac{(2\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})}=10.0\text{ mL}$$

- Preparación de estándar 6.0 ppm de Ca:

$$V_1=\frac{(6\text{ppm})(50\text{mL})}{(20\text{ppm})}=15.0\text{ mL}$$

f) Preparación de Soluciones Estándar de Magnesio

Preparación de solución stock de Mg 20.0 ppm

A partir de la solución de 1000.0 ppm de Magnesio, se preparara 100.0 mL de una solución de trabajo de 20.0 ppm. Para esto se utilizara la siguiente fórmula:

$$C_1V_1=C_2V_2$$
$$V_1=\frac{(20\text{ppm})(100\text{mL})}{(1000\text{ppm})}=2.0\text{ mL}$$

Preparación de curva de estándares

Para preparar cada estándar se utilizara la solución de trabajo de 20.0 ppm de Magnesio y se realizara cada cálculo de la siguiente manera:

- Preparación de estándar 0.3 ppm de Mg:

$$V_1 = \frac{(0.05\text{ppm})(500\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 1.25 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.1 ppm de Mg:

$$V_1 = \frac{(0.1\text{ppm})(200\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 1.0 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.25 ppm de Mg:

$$V_1 = \frac{(0.25\text{ppm})(100\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 1.25 \text{ mL}$$

- Preparación de estándar 0.5 ppm de Mg:

$$V_1 = \frac{(0.5\text{ppm})(200\text{mL})}{(20\text{ppm})} = 5.0$$



ANEXO N° 7
INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN
HEDÓNICA



EVALUACIÓN HEDÓNICA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

San Salvador, _____ de _____ de 2018

Objetivo: Determinar el nivel de aceptación de las pupusas elaboradas con relleno de *Moringa oleífera*.

Indicaciones

Marque con una X el rango de edad, en años al cual pertenece

18-24 _____ 24-30 _____ Más de 30 _____

Observe y pruebe cada pupusa colocando una x según su preferencia en el cuadro correspondiente de acuerdo al código de cada muestra. Si tiene alguna observación adicional escríbala en el espacio correspondiente.

Código	R1			R2		
	Textura	Color	Sabor	Textura	Color	Sabor
Me gusta mucho						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta mucho						

Observaciones

ANEXO N° 8
APORTE DIETÉTICO RECOMENDADO, INGESTA ADECUADA
SEGÚN FDA

Tabla N° 37: Aporte dietético recomendado, ingesta adecuada según FDA

Nutriente	RDI*	1968 RDA**	1974 RDA**	1980 RDA**	1989 RDA**	DRIs 2002***
Calcio	1,000 mg	1,300 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,300 mg
Fósforo	1,000 mg	1,300 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,200 mg	1,250 mg (700 adult)
Hierro	18 mg	18 mg	18 mg	18 mg	15 mg	18 mg
Iodo	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg
Magnesio	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	420 mg
Cinc	15 mg	10-15 mg	15 mg	15 mg	15 mg	11 mg
Selenio	70 mcg	--	--		70 mcg	55 mcg
Cobre	2 mg	--	--	2 - 3 mg	1,5 - 3 mg	0,9 mg
Manganeso	2 mg	--	2.5-7 mg	2.5-5 mg	2 - 5 mg	2,3 mg
Cromo	120 mcg	--	--	50-200 Mcg	50-200 Mcg	35 mcg
Molibdeno	75 mcg	--	45-500 Mg	150-500 Mcg	75-250 Mcg	45 mcg

ANEXO N° 9
APORTE DIETÉTICO RECOMENDADO, INGESTA ADECUADA
SEGÚN OMS Y FAO

Tabla N° 38: Aporte dietético recomendado, ingesta adecuada según FDA

Agua	1.5-2.5 además del agua contenida en los alimentos.
Proteína	Niños 9 -48 g Mujeres 52-55 g Hombres 61- 62g
Lípidos	15-30%
Carbohidratos	55 % al 75%
Zinc	4 - 5 mg: niños durante el primer año de edad. 7 mg:1 a 3 años, 12 mg niños de 4 a 12 años, 23 mg : 9 y 12 años 30 - 40 mg : adultos
Hierro	8 mg hombres 18 mg para mujeres
Calcio	200 - 500 mg de 1 a 3 años 800 mg de 4 a 8 años, 1300 mg : jóvenes 1000-1200 mg : adultos
Magnesio	1 – 3 años 80 mg 4 - 8 años 130 mg 9 a 15 años 240 mg 16 años en adelante 300 y 420 mg.
Potasio	440 a 4700 mg
Fósforo	700 mg

ANEXO N°10
RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL Y DE
MINERALES.

Tabla N° 39. Resultados de determinación de Humedad Total.

Humedad total 100% (parcial + total)				
Identificación de la muestra	Humedad total	Humedad parcial	Materia seca	Humedad al 100%
1A1	5.3957	61.3154	33.2889	66.7111
1A2	5.7930	61.3154	32.8916	67.1084
1A3	5.0400	61.3154	33.6446	66.3554
1B1	5.1538	61.3154	33.5308	66.4692
1B2	4.6763	61.3154	34.0083	65.9917
1B3	4.8381	61.3154	33.8465	66.1535
1C1	5.0739	61.3154	33.6107	66.3893
1C2	4.8780	61.3154	33.8066	66.1934
1C3	5.2758	61.3154	33.4088	66.5912
2A1	6.7146	73.2339	20.0515	79.9485
2A2	5.9600	73.2339	20.8061	79.1939
2A3	6.3600	73.2339	20.4061	79.5939
2B1	5.9952	73.2339	20.7709	79.2291
2B2	6.1950	73.2339	20.5711	79.4289
2B3	5.7200	73.2339	21.0461	78.9539
2C1	4.2749	73.2339	22.4912	77.5088
2C2	5.3978	73.2339	21.3683	78.6317
2C3	5.3179	73.2339	21.4482	78.5518
3A1	5.0400	53.2285	41.7315	58.2685
3A2	5.3179	53.2285	41.4536	58.5464
3A3	5.9200	53.2285	40.8515	59.1485
3B1	5.8753	53.2285	40.8962	59.1038
3B2	5.8000	53.2285	40.9715	59.0285
3B3	5.9600	53.2285	40.8115	59.1885
3C1	5.2358	53.2285	41.5357	58.4643
3C2	5.2758	53.2285	41.4957	58.5043
3C3	5.1180	53.2285	41.6535	58.3465
4A1	4.1983	51.0956	44.7061	55.2939
4A2	4.8761	51.0956	44.0283	55.9717
4A3	4.9161	51.0956	43.9883	56.0117
4B1	6.9888	51.0956	41.9156	58.0844
4B2	6.7519	51.0956	42.1525	57.8475
4B3	6.2350	51.0956	42.6694	57.3306
4C1	7.7507	51.0956	41.1537	58.8463
4C2	7.8306	51.0956	41.0738	58.9262
4C3	7.8706	51.0956	41.0338	58.9662

Tabla N° 40. Resultados de determinación de Nitrógeno proteica.

Identificación de muestra	Peso de muestra (g)	mL gastados de HCL	% Nitrógeno	Materia Seca	Tal como ofrecido	% de Proteína cruda
1A1	0.251	3.10	2.0471	33.2889	4.2590	12.7941
1A2	0.251	3.16	2.0867	32.8916	4.2896	13.0418
1A3	0.256	3.13	2.0265	33.6446	4.2613	12.6656
1B1	0.26	3.25	2.0718	33.5308	4.3419	12.9489
1B2	0.264	3.27	2.0530	34.0083	4.3637	12.8312
1B3	0.258	3.22	2.0686	33.8465	4.3760	12.9288
1C1	0.257	3.16	2.0380	33.6107	4.2811	12.7373
1C2	0.253	3.14	2.0571	33.8066	4.3464	12.8568
1C3	0.252	3.11	2.0455	33.4088	4.2711	12.7845
2A1	0.250	3.91	2.5923	20.0515	3.2487	16.2017
2A2	0.252	3.95	2.5980	20.8061	3.3784	16.2375
2A3	0.25	3.90	2.5856	20.4061	3.2977	16.1602
2B1	0.256	3.83	2.4797	20.7709	3.2191	15.4982
2B2	0.26	3.87	2.4671	20.5711	3.1719	15.4192
2B3	0.254	3.81	2.4862	21.0461	3.2703	15.5387
2C1	0.260	4.07	2.5946	22.4912	3.6472	16.2160
2C2	0.257	4.05	2.6120	21.3683	3.4883	16.3247
2C3	0.255	4.00	2.5999	21.4482	3.4853	16.2496
3A1	0.252	5.02	3.3018	41.7315	8.6117	20.6360
3A2	0.252	5.05	3.3215	41.4536	8.6055	20.7594
3A3	0.250	4.99	3.3083	40.8515	8.4468	20.6768
3B1	0.260	5.18	3.3022	40.8962	8.4404	20.6386
3B2	0.252	5.09	3.3478	40.9715	8.5728	20.9238
3B3	0.252	5.07	3.3347	40.8115	8.5058	20.8416
3C1	0.252	5.10	3.3544	41.5357	8.7079	20.9649
3C2	0.258	5.30	3.4049	41.4957	8.8304	21.2804
3C3	0.252	5.10	3.3544	41.6535	8.7326	20.9649
4A1	0.255	2.07	1.3455	44.7061	3.7594	8.4092
4A2	0.252	2.21	1.4536	44.0283	3.9999	9.0848
4A3	0.250	2.00	1.3260	43.9883	3.6454	8.2873
4B1	0.252	2.21	1.4536	41.9156	3.8079	9.0848
4B2	0.252	2.21	1.4536	42.1525	3.8295	9.0848
4B3	0.250	2.03	1.3459	42.6694	3.5892	8.4116
4C1	0.261	2.26	1.4352	41.1537	3.6915	8.9700
4C2	0.258	2.19	1.4069	41.0738	3.6117	8.7932
4C3	0.252	2.14	1.4075	1.0338	3.6098	8.7970

Tabla N° 41. Resultado de determinación de Extracto Etéreo.

Identificación de la muestra	Peso de muestra más papel filtro	Peso de papel filtro	Peso de Muestra	Peso de balón vacío	Peso de balón y grasa	Materia Seca	Tal como ofrecido	% De Extracto etéreo
1A1	3.552	1.026	2.526	159.423	159.570	33.2889	1.9372	5.8195
1A2	3.370	0.842	2.528	161.017	161.162	32.8916	1.8866	5.7358
1A3	3.420	0.902	2.518	89.467	89.613	33.6446	1.9508	5.7983
1B1	3.362	0.836	2.526	159.712	159.850	33.5308	1.8318	5.4632
1B2	3.352	0.836	2.516	112.625	112.772	34.0083	1.9870	5.8426
1B3	3.358	0.838	2.520	147.319	147.459	33.8465	1.8804	5.5556
1C1	3.531	0.996	2.535	118.710	118.848	33.6107	1.8297	5.4438
1C2	3.570	1.042	2.528	108.926	109.069	33.8066	1.9123	5.6566
1C3	3.569	1.011	2.558	110.354	110.499	33.4088	1.8938	5.6685
2A1	3.243	0.89	2.353	89.467	89.715	20.0515	2.1134	10.5397
2A2	3.190	0.832	2.358	147.319	147.570	20.8061	2.2147	10.6446
2A3	3.120	0.852	2.268	159.420	159.631	20.4061	1.8985	9.3034
2B1	3.165	0.85	2.315	110.369	110.623	20.7709	2.2790	10.9719
2B2	3.200	1.046	2.154	108.910	109.115	20.5711	1.9578	9.5172
2B3	3.181	1.026	2.155	161.019	161.242	21.0461	2.1779	10.3480
2C1	3.109	0.984	2.125	112.620	112.851	22.4912	2.4449	10.8706
2C2	3.352	1.016	2.336	159.424	159.659	21.3683	2.1496	10.0599
2C3	3.229	0.989	2.240	110.350	110.589	21.4482	2.2885	10.6696
3A1	3.349	1.031	2.318	110.355	110.680	41.7315	5.8510	14.0207
3A2	3.294	1.052	2.242	159.698	160.015	41.4536	5.8612	14.1392
3A3	3.340	1.017	2.323	147.320	147.659	40.8515	5.9615	14.5932
3B1	3.343	1.017	2.326	118.705	119.070	40.8962	6.4175	15.6922
3B2	3.141	0.84	2.301	160.997	161.349	40.9715	6.2677	15.2977
3B3	3.121	0.87	2.251	112.621	112.949	40.8115	5.9468	14.5713
3C1	3.188	0.841	2.347	147.303	147.649	41.5357	6.1233	14.7422
3C2	3.375	1.035	2.340	160.986	161.319	41.4957	5.9052	14.2308
3C3	3.279	1.01	2.269	89.455	89.783	41.6535	6.0213	14.4557
4A1	3.355	1.003	2.352	118.695	118.764	44.7061	1.3115	2.9337
4A2	3.149	0.823	2.326	159.413	159.464	44.0283	0.9654	2.1926
4A3	3.132	0.983	2.149	110.355	110.395	43.9883	0.8188	1.8613
4B1	3.342	1.035	2.307	159.644	159.691	41.9156	0.8539	2.0373
4B2	3.354	1.033	2.321	112.612	112.678	42.1525	1.1986	2.8436
4B3	3.34	1.028	2.312	160.986	161.011	42.6694	0.4614	1.0813
4C1	3.339	1.026	2.313	89.459	89.503	41.1537	0.7829	1.9023
4C2	3.336	1.021	2.315	112.612	112.657	41.0738	0.7984	1.9438
4C3	3.329	1.024	2.305	147.321	147.362	41.0338	0.7299	1.7787

Tabla N° 42. Resultado de la determinación de Cenizas

Identificación de la muestra	Tara de crisol (g)	Peso de muestra (g)	Crisol más cenizas (g)	peso de Ceniza (g)	% de Ceniza
1A1	60.7614	5.0023	60.8849	0.1235	2.4689
1A2	64.3849	5.0009	64.5063	0.1214	2.4276
1A3	60.3551	5.0005	60.4725	0.1174	2.3478
1B1	61.8636	5.0007	61.9867	0.1231	2.4617
1B2	63.0858	5.0009	63.2062	0.1204	2.4076
1B3	58.9156	5.0003	59.0368	0.1212	2.4239
1C1	63.8963	5.0005	64.0150	0.1187	2.3738
1C2	68.3252	5.0009	68.4425	0.1173	2.3456
1C3	75.0586	5.0001	75.177	0.1184	2.3680
2A1	64.3724	5.0006	64.5385	0.1661	3.3216
2A2	69.2743	5.0004	69.4364	0.1621	3.2417
2A3	63.0100	5.0003	63.1787	0.1687	3.3738
2B1	64.8781	5.0008	65.0361	0.1580	3.1595
2B2	69.0577	5.0007	69.2162	0.1585	3.1696
2B3	62.9537	5.0007	63.1113	0.1576	3.1516
2C1	57.9213	5.0006	58.0812	0.1599	3.1976
2C2	70.6609	5.0009	70.8163	0.1554	3.1074
2C3	85.4669	5.0004	85.6242	0.1573	3.1457
3A1	70.2371	5.0001	70.4358	0.1987	3.9739
3A2	68.5207	5.0008	68.7202	0.1995	3.9894
3A3	68.0766	5.0007	68.2723	0.1957	3.9135
3B1	76.9613	5.0003	77.1593	0.198	3.9598
3B2	61.1301	5.0008	61.3300	0.1999	3.9974
3B3	62.7182	5.0000	62.9166	0.1984	3.9680
3C1	59.1795	5.0000	59.3724	0.1929	3.8580
3C2	62.1067	5.0000	62.3049	0.1982	3.9640
3C3	76.001	5.0007	76.1998	0.1988	3.9754
4A1	63.6425	5.0007	63.7174	0.0749	1.4978
4A2	65.0686	5.0003	65.1405	0.0719	1.4379
4A3	46.1821	5.0006	46.2561	0.0740	1.4798
4B1	29.7938	5.0009	29.8658	0.0720	1.4397
4B2	36.1546	5.0009	36.2295	0.0749	1.4977
4B3	33.9194	5.0009	33.9936	0.0742	1.4837
4C1	27.3510	5.0008	27.4320	0.0810	1.6197
4C2	29.9415	5.0002	30.0187	0.0772	1.5439
4C3	29.5929	5.0009	29.6715	0.0786	1.5717

Tabla N° 43. Resultado de la determinación de Fibra Cruda

Identificación	Peso de bolsa de vacía g	Peso de mx g	Peso de mx más bolsa después de digerir (g)	Peso de crisol más ceniza después de incinerar (g)	Peso de Crisol Vacío (g)	Matera seca	Tal como ofrecido	Fibra Cruda (g)
1A1	0.542	1.008	0.571	22.414	22.411	33.2889	0.0991	0.2976
1A2	0.552	1.006	0.58	69.079	69.075	32.8915	0.1308	0.3976
1A3	0.548	1.002	0.586	36.156	36.152	33.6446	0.1343	0.3992
1B1	0.549	1.006	0.577	69.296	69.293	33.5307	0.1000	0.2982
1B2	0.531	1.004	0.561	29.952	29.949	34.0083	0.1016	0.2988
1B3	0.544	1.000	0.563	26.320	26.316	33.8465	0.1354	0.4000
1C1	0.554	1.007	0.584	30.077	30.074	33.6106	0.1001	0.2979
1C2	0.544	1.010	0.573	29.809	29.805	33.8065	0.1339	0.3960
1C3	0.552	1.006	0.585	67.225	67.221	33.4088	0.1328	0.3976
2A1	0.546	1.006	0.569	36.166	36.164	20.0514	0.0399	0.1988
2A2	0.539	1.016	0.561	25.579	25.577	20.8061	0.0410	0.1969
2A3	0.542	1.005	0.572	22.433	22.431	20.4061	0.0406	0.1990
2B1	0.545	1.014	0.568	18.279	18.277	20.7709	0.0410	0.1972
2B2	0.556	1.006	0.576	20.192	20.19	20.5710	0.0409	0.1988
2B3	0.554	1.005	0.578	36.321	36.319	21.0461	0.0419	0.1990
2C1	0.536	1.013	0.559	16.096	16.094	22.4912	0.0444	0.1974
2C2	0.545	1.000	0.568	26.847	26.845	21.3682	0.0427	0.2000
2C3	0.538	1.01	0.561	68.53	68.528	21.4482	0.0425	0.1980
3A1	0.532	1.015	0.547	76.983	76.982	41.7314	0.0411	0.0985
3A2	0.549	1.005	0.561	85.492	85.491	41.4536	0.0412	0.0995
3A3	0.53	1.01	0.549	22.913	22.912	40.8514	0.0404	0.0990
3B1	0.538	1.009	0.552	64.405	64.404	40.8961	0.0405	0.0991
3B2	0.549	1.003	0.562	63.029	63.028	40.9714	0.0408	0.0997
3B3	0.536	1.007	0.558	69.697	69.696	40.8114	0.0405	0.0993
3C1	0.564	1.019	0.579	27.36	27.358	41.5356	0.0815	0.1963
3C2	0.588	1.008	0.606	18.792	18.79	41.4956	0.0823	0.1984
3C3	0.552	1.002	0.601	78.314	78.313	41.6535	0.0416	0.0998
4A1	0.579	1.002	0.597	29.594	29.593	44.7060	0.0446	0.0998
4A2	0.558	1.002	0.578	21.621	21.62	44.0283	0.0439	0.0998
4A3	0.556	1.006	0.603	28.313	28.312	43.9883	0.0437	0.0994
4B1	0.575	1.003	0.596	33.931	33.93	41.9155	0.0418	0.0997
4B2	0.569	1.008	0.59	46.196	46.195	42.1525	0.0418	0.0992
4B3	0.572	1.005	0.599	26.409	26.408	42.6693	0.0425	0.0995
4C1	0.536	1.003	0.555	22.992	22.991	41.1537	0.0410	0.0997
4C2	0.538	1.004	0.604	75.082	75.081	41.0738	0.0409	0.0996
4C3	0.552	1.002	0.564	28.568	28.567	41.0338	0.0410	0.0998

Determinación de Minerales

Tabla N° 44. Resultado de la determinación de Zinc

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	Factor de dilución	Materia seca	Tal como ofrecido en mg/100 g
1A1	5.0023	0.946	200	33.2889	1.2589
1A2	5.0009	1.055	200	32.8916	1.3882
1A3	5.0005	0.982	200	33.6446	1.3214
1B1	5.0007	0.854	200	33.5308	1.1447
1B2	5.0009	1.009	200	34.0083	1.3723
1B3	5.0003	0.872	200	33.8465	1.1802
1C1	5.0005	0.914	200	33.6107	1.2280
1C2	5.0009	0.897	200	33.8066	1.2121
1C3	5.0001	0.857	200	33.4088	1.1454
2A1	5.0006	1.245	200	20.0515	0.9984
2A2	5.0004	1.173	200	20.8061	0.9764
2A3	5.0003	1.216	200	20.4061	0.9927
2B1	5.0008	1.279	200	20.7709	1.0628
2B2	5.0007	1.316	200	20.5711	1.0829
2B3	5.0007	1.308	200	21.0461	1.1009
2C1	5.0006	1.321	200	22.4912	1.1882
2C2	5.0009	1.365	200	21.3683	1.1667
2C3	5.0004	1.189	200	21.4482	1.0201
3A1	5.0001	1.450	200	41.7315	2.4209
3A2	5.0008	1.680	200	41.4536	2.7847
3A3	5.0007	1.656	200	40.8515	2.7050
3B1	5.0003	1.565	200	40.8962	2.5603
3B2	5.0008	1.651	200	40.9715	2.7052
3B3	5.0000	1.609	200	40.8115	2.6265
3C1	5.0000	1.497	200	41.5357	2.4873
3C2	5.0000	1.547	200	41.4957	2.5684
3C3	5.0009	1.687	200	41.6535	2.8099
4A1	5.0007	0.768	200	44.7061	1.3735
4A2	5.0003	0.737	200	44.0283	1.2977
4A3	5.0006	0.796	200	43.9883	1.4006
4B1	5.0009	0.852	200	41.9156	1.4274
4B2	5.0009	0.845	200	42.1525	1.4252
4B3	5.0009	0.856	200	42.6694	1.4599
4C1	5.0008	0.867	200	41.1537	1.4276
4C2	5.0002	0.760	200	41.0738	1.2478
4C3	5.0009	0.850	200	41.0338	1.3954

Tabla N° 45. Resultado de la determinación de Hierro

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	Factor de Dilucion	Materia seca	Tal como ofrecido mg/100 g
1A1	5.0023	3.991	100	33.2889	2.6560
1A2	5.0009	3.899	100	32.8916	2.5646
1A3	5.0005	3.802	100	33.6446	2.5581
1B1	5.0007	3.712	100	33.5308	2.4888
1B2	5.0009	3.895	100	34.0083	2.6488
1B3	5.0003	3.835	100	33.8465	2.5960
1C1	5.0005	3.846	100	33.6107	2.5853
1C2	5.0009	3.991	100	33.8066	2.6978
1C3	5.0001	3.785	100	33.4088	2.5293
2A1	5.0006	2.608	100	20.0515	1.0456
2A2	5.0004	2.736	100	20.8061	1.1385
2A3	5.0003	2.863	100	20.4061	1.1682
2B1	5.0008	2.577	100	20.7709	1.0702
2B2	5.0007	2.756	100	20.5711	1.1338
2B3	5.0007	2.566	100	21.0461	1.0798
2C1	5.0006	2.639	100	22.4912	1.1868
2C2	5.0009	2.849	100	21.3683	1.2174
2C3	5.0004	2.721	100	21.4482	1.1670
3A1	5.0001	2.583	100	41.7315	2.1561
3A2	5.0008	2.304	100	41.4536	1.9100
3A3	5.0007	2.273	100	40.8515	1.8569
3B1	5.0003	2.065	100	40.8962	1.6887
3B2	5.0008	2.043	100	40.9715	1.6735
3B3	5.0000	1.880	100	40.8115	1.5343
3C1	5.0000	2.231	100	41.5357	1.8533
3C2	5.0000	2.176	100	41.4957	1.8056
3C3	5.0009	2.763	100	41.6535	2.3012
4A1	5.0007	2.553	100	44.7061	2.2826
4A2	5.0003	2.282	100	44.0283	2.0095
4A3	5.0006	2.461	100	43.9883	2.1644
4B1	5.0009	2.582	100	41.9156	2.1637
4B2	5.0009	2.591	100	42.1525	2.1840
4B3	5.0009	2.600	100	42.6694	2.2185
4C1	5.0008	2.568	100	41.1537	2.1131
4C2	5.0002	2.249	100	41.0738	1.8472
4C3	5.0009	2.572	100	41.0338	2.1103

Tabla N° 46. Resultado de la determinación de Calcio

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	Materia seca	Tal como ofrecido mg/100 g
1A1	5.0023	2.513	33.2889	167.2598
1A2	5.0009	2.488	32.8916	163.6389
1A3	5.0005	2.421	33.6446	162.8909
1B1	5.0007	2.469	33.5308	165.5451
1B2	5.0009	2.483	34.0083	168.8822
1B3	5.0003	2.407	33.8465	162.9342
1C1	5.0005	2.429	33.6107	163.2711
1C2	5.0009	2.480	33.8066	167.6436
1C3	5.0001	2.309	33.4088	154.2588
2A1	5.0006	2.234	20.0515	89.5953
2A2	5.0004	2.343	20.8061	97.4897
2A3	5.0003	2.391	20.4061	97.5762
2B1	5.0008	2.165	20.7709	89.9361
2B2	5.0007	2.368	20.5711	97.4151
2B3	5.0007	2.360	21.0461	99.3280
2C1	5.0006	2.387	22.4912	107.3603
2C2	5.0009	2.374	21.3683	101.4340
2C3	5.0004	2.346	21.4482	100.6400
3A1	5.0001	2.542	41.7315	212.1669
3A2	5.0008	2.517	41.4536	208.6772
3A3	5.0007	2.540	40.8515	207.5291
3B1	5.0003	2.558	40.8962	209.1959
3B2	5.0008	2.521	40.9715	206.5205
3B3	5.0000	2.536	40.8115	207.0203
3C1	5.0000	2.538	41.5357	210.8350
3C2	5.0000	2.646	41.4957	219.5703
3C3	5.0009	2.516	41.6535	209.5711
4A1	5.0007	0.912	44.7061	81.5057
4A2	5.0003	0.836	44.0283	73.6109
4A3	5.0006	0.915	43.9883	80.4890
4B1	5.0009	0.854	41.9156	71.5873
4B2	5.0009	0.909	42.1525	76.6110
4B3	5.0009	0.958	42.6694	81.6972
4C1	5.0008	0.918	41.1537	75.5626
4C2	5.0002	0.948	41.0738	77.8400
4C3	5.0009	0.945	41.0338	77.5072

Tabla N° 47. Resultado de la determinación de Magnesio

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	Lectura en ppm	Materia seca	Tal como ofrecido mg/100g
1A1	5.0023	0.663	0.2649	33.2889	88.1884
1A2	5.0009	0.758	0.3031	32.8916	99.6961
1A3	5.0005	0.794	0.3174	33.6446	106.7773
1B1	5.0007	0.598	0.2390	33.5308	80.1274
1B2	5.0009	0.708	0.2833	34.0083	96.3351
1B3	5.0003	0.647	0.2586	33.8465	87.5354
1C1	5.0005	0.688	0.2753	33.6107	92.5411
1C2	5.0009	0.642	0.2567	33.8066	86.7726
1C3	5.0001	0.614	0.2456	33.4088	82.0638
2A1	5.0006	0.474	0.1895	20.0515	38.0050
2A2	5.0004	0.521	0.2082	20.8061	43.3149
2A3	5.0003	0.555	0.2221	20.4061	45.3233
2B1	5.0008	0.483	0.1930	20.7709	40.0898
2B2	5.0007	0.525	0.2101	20.5711	43.2097
2B3	5.0007	0.555	0.2218	21.0461	46.6822
2C1	5.0006	0.571	0.2283	22.4912	51.3459
2C2	5.0009	0.516	0.2063	21.3683	44.0876
2C3	5.0004	0.511	0.2045	21.4482	43.8539
3A1	5.0001	0.446	0.1782	41.7315	74.3807
3A2	5.0008	0.453	0.1811	41.4536	75.0687
3A3	5.0007	0.444	0.1777	40.8515	72.5747
3B1	5.0003	0.478	0.1912	40.8962	78.1888
3B2	5.0008	0.430	0.1719	40.9715	70.4105
3B3	5.0000	0.452	0.1809	40.8115	73.8198
3C1	5.0000	0.456	0.1825	41.5357	75.8109
3C2	5.0000	0.469	0.1878	41.4957	77.9123
3C3	5.0009	0.443	0.1771	41.6535	73.7801
4A1	5.0007	0.454	0.1816	44.7061	81.1749
4A2	5.0003	0.458	0.1832	44.0283	80.6550
4A3	5.0006	0.480	0.1918	43.9883	84.3771
4B1	5.0009	0.425	0.1700	41.9156	71.2604
4B2	5.0009	0.435	0.1741	42.1525	73.3827
4B3	5.0009	0.491	0.1962	42.6694	83.7364
4C1	5.0008	0.453	0.1813	41.1537	74.6080
4C2	5.0002	0.490	0.1960	41.0738	80.5179
4C3	5.0009	0.413	0.1653	41.0338	67.8085

Tabla N° 48.Resultado de la determinación de Potasio

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	factor de dilución	Materia seca	Tal como ofrecido mg/100 g
1A1	5.0023	0.590	50000	33.2889	589.8287
1A2	5.0009	0.578	50000	32.8916	577.9960
1A3	5.0005	0.580	50000	33.6446	579.4421
1B1	5.0007	0.559	50000	33.5308	558.9218
1B2	5.0009	0.586	50000	34.0083	585.9945
1B3	5.0003	0.593	50000	33.8465	592.9644
1C1	5.0005	0.584	50000	33.6107	584.2416
1C2	5.0009	0.596	50000	33.8066	596.1927
1C3	5.0001	0.575	50000	33.4088	574.6885
2A1	5.0006	0.812	50000	20.0515	812.2025
2A2	5.0004	0.522	50000	20.8061	521.4583
2A3	5.0003	0.512	50000	20.4061	511.9693
2B1	5.0008	0.551	50000	20.7709	550.9119
2B2	5.0007	0.510	50000	20.5711	510.1286
2B3	5.0007	0.793	50000	21.0461	792.7890
2C1	5.0006	0.531	50000	22.4912	530.6363
2C2	5.0009	0.580	50000	21.3683	579.9956
2C3	5.0004	0.511	50000	21.4482	511.2591
3A1	5.0001	0.820	10000	41.7315	163.9567
3A2	5.0008	0.839	10000	41.4536	167.7932
3A3	5.0007	0.820	10000	40.8515	164.0170
3B1	5.0003	0.810	10000	40.8962	162.0303
3B2	5.0008	0.821	10000	40.9715	164.1537
3B3	5.0000	0.838	10000	40.8115	167.5600
3C1	5.0000	0.835	10000	41.5357	166.9200
3C2	5.0000	0.828	10000	41.4957	165.6600
3C3	5.0009	0.840	10000	41.6535	167.9898
4A1	5.0007	0.764	10000	44.7061	152.7186
4A2	5.0003	0.759	10000	44.0283	151.7709
4A3	5.0006	0.789	10000	43.9883	157.7411
4B1	5.0009	0.795	10000	41.9156	159.0114
4B2	5.0009	0.782	10000	42.1525	156.3918
4B3	5.0009	0.794	10000	42.6694	158.8314
4C1	5.0008	0.789	10000	41.1537	157.7948
4C2	5.0002	0.778	10000	41.0738	155.4938
4C3	5.0009	0.781	10000	41.0338	156.1919

Tabla N° 49. Resultado de la determinación de fósforo

Identificación	Peso de muestra (g)	Lectura	factor de dilución	Materia Seca	Tal como ofrecido mg/100 g
1A1	5.0023	0.327	6250	33.2889	482.2904
1A2	5.0009	0.338	6250	32.8916	492.7015
1A3	5.0005	0.329	6250	33.6446	490.6014
1B1	5.0007	0.309	6250	33.5308	459.2005
1B2	5.0009	0.323	6250	34.0083	486.8226
1B3	5.0003	0.317	6250	33.8465	475.5633
1C1	5.0005	0.322	6250	33.6107	479.6791
1C2	5.0009	0.336	6250	33.8066	503.4113
1C3	5.0001	0.311	6250	33.4088	460.5468
2A1	5.0006	0.349	6250	20.0515	310.1565
2A2	5.0004	0.347	6250	20.8061	319.9976
2A3	5.0003	0.348	6250	20.4061	314.7563
2B1	5.0008	0.349	6250	20.7709	321.2717
2B2	5.0007	0.343	6250	20.5711	312.7168
2B3	5.0007	0.347	6250	21.0461	323.6693
2C1	5.0006	0.344	6250	22.4912	342.9105
2C2	5.0009	0.347	6250	21.3683	328.6107
2C3	5.0004	0.346	6250	21.4482	328.9228
3A1	5.0001	0.389	2500	41.7315	287.8230
3A2	5.0008	0.377	2500	41.4536	277.0480
3A3	5.0007	0.377	2500	40.8515	273.0292
3B1	5.0003	0.383	2500	40.8962	277.7002
3B2	5.0008	0.376	2500	40.9715	273.0994
3B3	5.0000	0.379	2500	40.8115	274.2473
3C1	5.0000	0.377	2500	41.5357	277.6408
3C2	5.0000	0.38	2500	41.4957	279.5809
3C3	5.0009	0.381	2500	41.6535	281.3322
4A1	5.0007	0.252	1000	44.7061	79.8890
4A2	5.0003	0.236	1000	44.0283	73.6883
4A3	5.0006	0.24	1000	43.9883	74.8648
4B1	5.0009	0.254	1000	41.9156	75.4939
4B2	5.0009	0.253	1000	42.1525	75.6217
4B3	5.0009	0.252	1000	42.6694	76.2465
4C1	5.0008	0.237	1000	41.1537	69.1622
4C2	5.0002	0.235	1000	41.0738	68.4536
4C3	5.0009	0.255	1000	41.0338	74.1968