

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



ANALISIS COMPARATIVO DEL CONTENIDO DE MINERALES
EN YEMA DE HUEVO DE GALLINA CRIOLLA Y GALLINA DE
GRANJA

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD TRABAJO DE
INVESTIGACION

PRESENTADO POR

ADA VANESA MANCIA AYALA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

SECRETARIA

LIC. EUGENIA SORTO LEMUS

**DIRECCION DE PROCESOS DE GRADO
DIRECTORA GENERAL**

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA DE AREA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y TOXICOLOGIA

M.Sc. Nancy Zuleyma González Sosa

ASESORA DE AREA EN APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

M.Sc. Morena Lizette Martínez de Díaz

DOCENTE ASESOR

Lic. Guillermo Antonio Castillo

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la virgen por guiarme en mi carrera, permitirme llegar y culminar este proceso para lograr una de mis metas.

A mi docente asesor Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruíz, por dedicarme tiempo, acompañarme en la realización de este trabajo de graduación, por su apoyo y motivación durante la carrera.

Al personal del laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas por su ayuda en la parte experimental.

A mis amigas, Raquel, Andrea y Mercedes, primos, vecinos y a todos los que contribuyeron en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A Lic. Lorena Ramírez, por su tiempo, consejos, sugerencias y ayudarme en la realización de este trabajo de grado.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso y la virgen por darme sabiduría, perseverancia y paciencia para llevar a cabo este logro que fue difícil pero no imposible.

A mi padre Juan Adolfo Mancía Raymundo y mi madre Ada Patricia de Mancía por forjar en mi la sabiduría que me acompañaran toda la vida, y brindarme la formación, apoyo, ternura, consejos, paciencia en el desarrollo de toda mi carrera y mi trabajo de investigación.

A mis hermanas Xiomara y Diana; por todo su cariño, solidaridad y buen humor brindado en mis diferentes etapas de mi carrera, gracias por estar presentes y por apoyarme siempre.

A mi sobrino Adolfo por estar siempre conmigo.

A mi prima; Gresia Mejía, por motivarme a estudiar una carrera universitaria y ser una inspiración, por apoyarme durante este proceso y estar al pendiente.

A mi abuelo: Juan Chacón, por ser partícipe de esta tesis, a mis, tías Tita, Lila, Olimpia, Edith, Carmen y primas Karlita, Wendy, y demás familia.

A mi tía Silvia Mancía (Q.P.D), quien en vida siempre creyó en mí, te extraño, este título va para ti.

Ada Vanesa Mancía Ayala

INDICE GENERAL

	Pág.N°
Resumen	
Capítulo I	
1.0. Introducción	xv
Capitulo II	
2.0. Objetivos	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Especificos	
Capitulo III	
3.0. Marco teórico	19
3.1. Nutrición	20
3.2. El Huevo Como Alimento	21
3.3. Importancia de la nutrición	24
3.4. Gallina Criolla Domestica	26
3.5. Alimentación	27
3.6. Orígenes de las Granjas Avícolas en El Salvador	28
3.7. Valor nutritivo del huevo	30
3.8. Los Minerales	32
3.8.1. Calcio	33
3.8.1.1. Deficiencia de calcio	34
3.8.1.2. Exceso de calcio	34
3.8.2. Hierro	35
3.8.2.1 Deficiencia de hierro	36
3.8.2.2. Exceso de hierro	36
3.8.3. Zinc	37
3.8.3.1. Deficiencia de Zinc	37
3.8.3.2. Exceso de Zinc	38
3.8.4. Magnesio	38

3.8.4.1. Deficiencia de magnesio	38
3.8.4.2. Exceso de magnesio	39
3.8.5. Sodio	39
3.8.5.1. Deficiencia de sodio	39
3.8.5.2. Exceso de sodio	40
3.8.6. Potasio	40
3.8.6.1. Deficiencia de potasio	40
3.8.6.2. Exceso de potasio	41
3.9. Espectrofotometría de Absorción Atómica	43
Capítulo IV	
4.0. Diseño metodológico	53
4.1. Tipo de estudio	53
4.2. Investigación bibliográfica	53
4.3. Investigación de Campo	53
4.4. Toma de Muestra	54
4.5. Parte Experimental	55
4.6. Modelo estadístico	57
Capítulo V	
5.0 Resultados y discusión de resultados	61
5.1. Análisis resultado por cada nutriente	61
5.2. Análisis estadístico	70
Capítulo VI	
6.0. Conclusiones	75
Capítulo VII	
7.0. Recomendaciones	78
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Mapa de Ubicación de supermercado, Armenia
- 2 Listado de materiales, equipos y reactivos.
- 3 Preparación de estándares.
- 4 Calculo para la presentación de datos
- 5 Fotos de análisis.

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.N°
1	Cuadro de valores permisibles por la FAO.	26
2	Diferencias entre absorción atómica de llama y absorción 51 atómica de grafito.	
3	Preparación de estándares recomendados por el manual shimadzu.	57
4	Cuadro de distribución de muestras.	58
5	Valores promedios de minerales presentes en la yema de huevo de gallina criolla.	61
6	Valores promedios de minerales presentes en la yema de gallina de granja.	62
7	Cuadro comparativo de resultados yema gallina de granja y resultados gallina criolla.	62
8	Cuadro comparativo resultado Calcio contra normativa FAO.	64
9	Cuadro comparativo resultado Sodio contra normativa FAO.	65
10	Cuadro comparativo resultado Magnesio contra normativa FAO.	66
11	Cuadro comparativo resultado Potasio contra normativa FAO.	67
12	Cuadro comparativo resultado Hierro contra normativa FAO.	68
13	Cuadro comparativo resultado Zinc contra normativa FAO.	69

Cuadro N°		Pág. N°
14	Resultados ANOVA para Calcio	70
15	Resultados ANOVA para Potasio	71
16	Resultados ANOVA para Magnesio.	71
17	Resultados ANOVA para Zinc.	72
18	Resultados ANOVA para Hierro.	72
19	Resultados ANOVA para Sodio.	72
20	Tabulación de datos para Granjero.	89
21	Tabulación de datos para Don Cristóbal	90
22	Tabulación de datos para Goldex.	90
23	Tabulación de datos para Venta independiente.	91
24	Tabulación de datos para catalana.	91
25	Tabulación de datos para Mi granjero.	92
26	Tabulación de datos para gallina criolla.	92

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.N°
1	Pirámide de alimentos de USDA.	20
2	Estructura del huevo.	21
3	Esquema de equipo de absorción atómica.	39
4	Partes de la llama.	49
5	Absorción atómica de llama.	45
5.b.	Absorción atómica de horno de grafito.	50
6	Esquema de muestreo de supermercado.	54
7	Esquema de muestreo de venta independiente.	55
8	Esquema de muestreo de gallina criolla.	55
9	Histograma de promedio de minerales de yema de huevo de gallina criolla.	61
10	Grafico comparativo marcas de gallina granja vrs gallina criolla.	63
11	Calcio por variedad vrs Norma FAO.	64
12	Sodio por variedad vrs Norma FAO.	65
13	Magnesio por variedad vrs Norma FAO.	66
14	Potasio por variedad vrs Norma FAO.	67
15	Hierro por variedad vrs Norma FAO.	68
16	Zinc por variedad vrs Norma FAO.	69
17	Mapa de ubicación de supermercado, Armenia	83
18	Muestras de huevo para el análisis.	94
19	Preparación de las muestras.	94
20	Pesado y calcinado de muestras.	95
21	Evaporación de ácido clorhídrico.	95
22	Filtración y preparación de muestras para lecturas.	95

ABREVIATURAS

FAO: (Por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization):

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Na: Sodio

Ca: Calcio

Fe: Hierro

Mg: Magnesio

Zn: Zinc

K: potasio

CT: catalana

MiGN: mi granjero

GN: granjero

Vind: venta independiente

DC: don Cristóbal

GOL: goldex

GC: gallina criolla

RDA: Suministro dietario recomendado

IA: Ingestión adecuada

REE: Requerimiento estimado de energía

IT: Ingestión tolerable

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia y en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencia Agronómicas de la Universidad de El Salvador, la recolección de las muestras para esta investigación se realizó en la ciudad de Armenia, Departamento de Sonsonate en El Salvador, durante un año iniciando desde Junio 2021 y finalizando en Junio 2022, por medio de una inspección simple se obtuvo cuáles son las marcas de huevo vendidas por el único supermercado de la localidad, las marcas identificadas fueron: Catalana, El granjero, Goldex, Mi granjero y Don Cristóbal, adicionalmente una venta independiente la cual no tiene marca y se encuentra en la misma localidad, siendo estas las muestras de huevo de gallina de granja, los huevos de gallina criolla se colectaron de una casa ubicada en el Cantón Azacualpa de Armenia, Sonsonate. En dicha investigación se cuantificó en cada muestra el contenido de micronutrientes: Sodio, Calcio, Magnesio, Hierro, Potasio y Zinc por el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica de llama (Método AOAC 985.35). Los resultados se evaluaron con un análisis estadístico de Varianza de un factor (ANOVA), obteniéndose una diferencia significativa en el contenido de micronutrientes en cada una de las diferentes muestras de yema de huevo de gallina de granja y yema de huevo de gallina criolla analizadas.

En las muestra de yema de huevo, de las marcas analizadas como lo son El Granjero, Catalana, Mi granjero, Don Cristobal, Goldex y venta independiente, en relación a los niveles experimentales de los minerales en estudio, se puede apreciar que, el Calcio es el mineral más abundante en todas las marcas de yema de huevo de granja, posteriormente potasio, magnesio, hierro y por último el zinc, mientras que en la muestra analizada de yema de huevo de gallina criolla el mineral más abundante es el sodio, estos valores son calculados en base a 100 g de porción de muestra.

Por tanto, según los Requerimientos Dietarios Recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), todas las marcas evaluadas cumplen con los requerimientos de micronutrientes necesarios para una dieta balanceada.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0. INTRODUCCION

El huevo de gallina es desde la antigüedad un alimento muy importante para el hombre y su consumo es casi generalizado en todo el mundo en la actualidad, lo que ha dado lugar a una actividad de carácter económico, y sus operadores conforman un sector específico en el conjunto de la producción ganadera.

La estructura del huevo está diseñada por la naturaleza para dar protección y mantener al embrión. Así mismo, el huevo se encuentra protegido de la contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido.

En la actualidad es muy común el consumo de huevos de gallina de granja ya que son de fácil acceso en comparación al huevo de gallina criolla.

La calidad de nutrientes que ingiere la población, brinda una estimación de sus requerimientos nutricionales, es por esto que el propósito de la presente investigación es analizar y comparar el contenido de Na, Ca, Mg, Fe, K y Zn en yema de huevo de Gallina criolla y de granja, verificando así la cantidad de nutrientes necesarios para una alimentación de calidad.

Esta investigación se realizó en dos etapas; la primera consiste en la recolección de muestras en el único supermercado ubicado en la ciudad de Armenia, departamento de Sonsonate, de los cuales se tomarán 5 marcas diferentes del supermercado, añadiendo una venta independiente en la misma ciudad de la venta independiente, siendo estos los huevos de gallina de granja, y la muestra de huevos de gallina criolla se tomaran en un pueblo ubicado en la ciudad de Armenia departamento de Sonsonate, la segunda etapa consistió en trasladar las muestras al Laboratorio del Departamento de Química, de La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para realizar los análisis por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

Los de minerales obtenidos en cada marca de huevo, incluyendo la muestra de la venta independiente, serán comparados con los resultados obtenidos en la muestra de huevo de gallina criolla, de igual manera se verificará que cumplan con los valores recomendados por la norma FAO.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar el análisis comparativo del contenido de minerales en yema de huevo de gallina criolla y gallina de granja.

2.2. Objetivos Específicos

2.2.1. Cuantificar la concentración de Na, Ca, Mg, Fe, K y Zn en yemas de huevo de gallina criolla por el método de Absorción Atómica.

2.2.2. Cuantificar la concentración de Na, Ca, Mg, Fe, K y Zn en yemas de huevo de gallina de granja por el método de Absorción Atómica.

2.2.3. Comparar el contenido de minerales encontrados en las yemas de gallina de granja y yemas de gallina criolla.

2.2.4. Relacionar los resultados obtenidos con los Requerimientos Dietarios Recomendados por las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés).

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0. MARCO TEÓRICO

3.1. Nutrición (13)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define, la nutrición como la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo y es fundamental para el mantenimiento de la salud. La malnutrición, ya sea por falta o exceso de nutrientes, es causante de múltiples enfermedades para el ser humano e incluso puede llegar hasta la muerte, por lo que es realmente importante tener una dieta balanceada, utilizando una guía médica o una pirámide alimenticia, mediante la cual se puede calcular que cantidad y tipo de alimentos consumir.

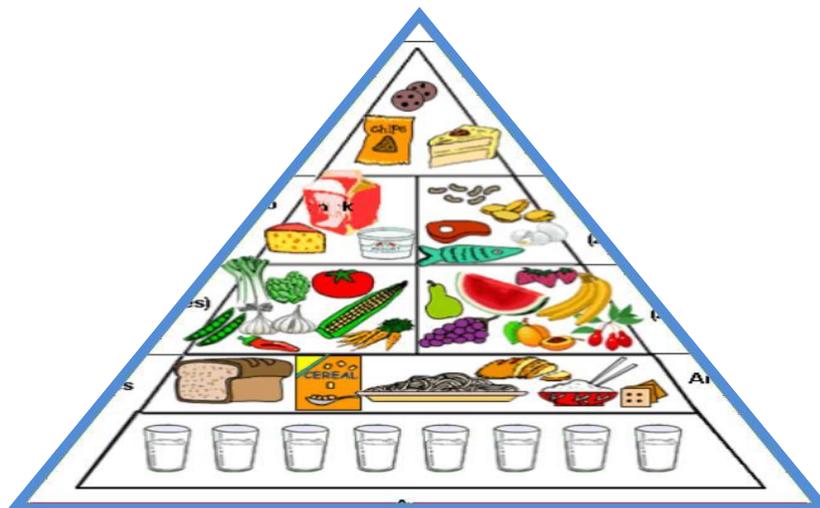


Figura N°1 Pirámide de Alimentos de USDA (13)

Durante años se ha tratado de diseñar una guía rápida para que la gente sepa que alimento consumir y en qué cantidad. De hecho, se propusieron varios modelos, como ruedas o folletos, hasta que en 1992 el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), propuso la Pirámide de Alimentos que es una guía y no una receta estricta a seguir, se diseñó con el fin de brindar a la gente una recomendación para proyectar una dieta saludable y balanceada, basándose en la dieta típica de una persona estadounidense, y donde se busca limitar en lo que sea posible la ingesta de grasas, en especial de las

saturadas.

La pirámide de 1992 se dividió en seis grupos de alimentos según su origen, como se puede observar en la Figura N°1. Se debe notar que en la base se encuentran los granos y sus subproductos, ya sean cereales o leguminosas, a medida que se asciende se ve que el origen cambia de minerales, vitaminas a proteínas y en la cúspide se encuentra los alimentos que se deben consumir con moderación, grasas, aceites y dulces o azúcares.

3.2. El Huevo como Alimento (4)

El huevo es símbolo de vida y ha estado presente desde la antigüedad en la alimentación de la humanidad. Se lo considera un alimento protector por la cantidad y calidad de macronutrientes que aporta que protegen de enfermedades por carencia. Además, la FAO lo reconoce como uno de los alimentos más nutritivos de la naturaleza. La estructura del huevo está conformada por tres partes principales cáscara, clara y yema, (Ver Figura N°2).

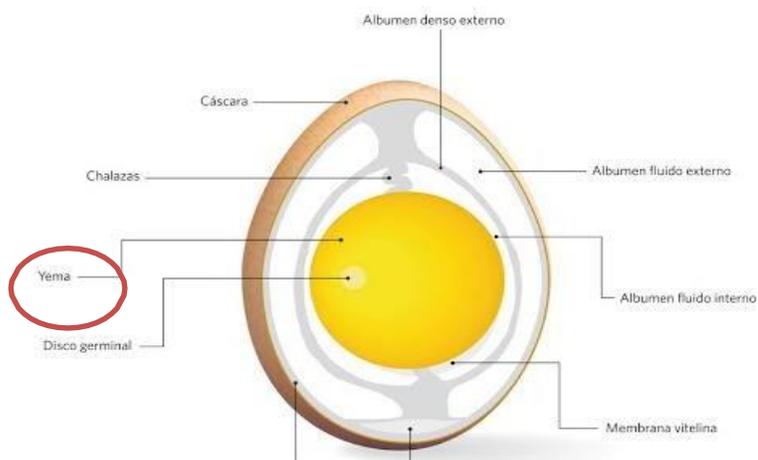


Figura N° 2. Estructura del huevo (4)

La estructura del huevo está diseñada por la naturaleza para dar protección y mantener al embrión. Así mismo, el huevo se encuentra protegido de la

contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido.

Un huevo estándar pesa unos 58 g de los que aproximadamente el 11 % corresponden a la cáscara, el 58 % a la clara y el 31 % a la yema. Cuando se calcula en base al contenido interior del cascarón el 65 % es clara y el 35 % yema. El huevo entero contiene alrededor de un 65,5 % de agua, la clara un 88 % y la yema un 48 %. El corte transversal de un huevo permite diferenciar nítidamente sus partes: la cáscara, la clara o albumen y la yema, separadas entre sí por medio de membranas que mantienen su integridad.

La proteína contenida en el huevo es de alto valor biológico, el 55% de la proteína se encuentra en la clara, mientras que el restante 45% se localiza en la yema. El huevo proporciona más de 6g/unidad de proteínas de fácil digestión y alta calidad (con un valor biológico de 94 en una escala de 100). La proteína del huevo proporciona todos los aminoácidos esenciales, en una proporción muy satisfactoria, lo que ayuda a garantizar el aporte proteico necesario. De las proteínas presentes en la clara, destacan la ovoalbúmina y ovomucina que son responsables de la consistencia de albumen, y la lisozima que contiene propiedades antibacterianas. El resto de las proteínas del huevo están en la yema, la cual consisten en una emulsión de agua y lipoproteínas.

Yema

Es la porción amarilla del huevo, rica en nutrientes, es la mayor fuente de vitaminas y minerales del huevo, no contiene inhibidores, es decir que es altamente susceptible a la proliferación de agentes patógenos, se encuentra recubierta por una membrana transparente denominada vitelina, que la separa del albumen y la protege de una posible ruptura. La yema presenta una mancha correspondiente al disco germinal o blastodisco, situado en la parte superior y superficial, a partir del cual se desarrolla el polluelo en caso

de que se encuentre fecundado, también se ubica la latebra, que es un Cordón vitelino, de color blancuzco, el cual divide el disco germinal. Está compuesta en un 62 % de lípidos, además de otros compuestos como proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y agua.

Cáscara

La cáscara es la cubierta exterior del huevo y tiene gran importancia, ya que mantiene su integridad física y actúa como barrera bacteriológica. Está constituida, en su mayor parte, por una matriz cálcica con un entramado orgánico, en el que el calcio es el elemento más abundante y de mayor importancia. También se encuentran en su composición otros minerales como sodio, magnesio, cinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro, en menores concentraciones.

La cáscara está atravesada por numerosos poros que forman túneles entre los cristales minerales y permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior, estos poros son especialmente numerosos en la zona del polo ancho del huevo, donde aparece la cámara de aire.

El color de la cáscara, que puede ser blanco o marrón según la raza de la gallina, depende de la concentración de pigmentos, denominados porfirinas, depositados en la matriz cálcica y no afecta a la calidad, ni a las propiedades nutritivas del huevo. Los diferentes niveles de coloración dependen del estado individual de la gallina.

Clara

En la clara se distinguen dos partes según su densidad: el albumen denso y el fluido. El albumen denso rodea a la yema y es la principal fuente de riboflavina y de proteína del huevo. Cuando se casca un huevo fresco se puede ver la diferencia entre ambos, porque el denso rodea la yema y esta flota centrada sobre él. A medida que el huevo pierde frescura, el albumen denso es menos consistente y termina por confundirse con el fluido, quedando

finalmente la clara muy líquida y sin apenas consistencia a la vista. La clara o albumen está compuesta básicamente por agua (88%) y proteínas (cerca del 12%). La proteína más importante, no solo en términos cuantitativos (54% del total proteico), es la ovoalbúmina, cuyas propiedades son de especial interés tanto desde el punto de vista nutritivo como culinario.

3.3. Importancia de la nutrición ⁽²⁾

El requerimiento de un nutriente se define como la cantidad necesaria para el sostenimiento de las funciones corporales del organismo humano dirigidas hacia una salud y rendimiento óptimos. Los requerimientos nutricionales del ser humano tienen 3 componentes: el requerimiento basal; el requerimiento adicional por crecimiento, gestación, lactancia o actividad física; y la adición de seguridad para considerar pérdidas de nutrientes por manipulación y procesamiento. El requerimiento de nutrientes del ser humano está influido por la esencialidad y función del nutriente, por diferencias individuales, factores ambientales y por la adaptación al suministro variable de alimentos. Necesidades nutricionales son las cantidades de energía y nutrientes esenciales que cada persona requiere para lograr que su organismo se mantenga sano y pueda desarrollar sus variadas y complejas funciones ⁽²⁾. Las necesidades nutricionales dependen de la edad, sexo, actividad física y estado fisiológico (embarazo, lactancia, etc.) de la persona. La energía y los nutrientes son aportados por los alimentos ⁽²⁾. En el tema de recomendaciones nutricionales son de uso común los conceptos siguientes: 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 ⁽⁷⁾. 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

(2). 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

(2). Niveles seguros y adecuados de ingestión (NSA): en años anteriores se había establecido este término cuando las evidencias existentes eran suficientes para establecer un rango de requerimientos, pero insuficientes para la estructuración de una recomendación propia. Esta categoría, junto con la observación de mantener para los oligoelementos el nivel máximo en el rango de seguridad apropiado, se mantuvo en las recomendaciones desde 1985. Porque la vitamina K y el selenio han avanzado ya desde este nivel a recomendaciones establecidas, se movieron a la tabla principal de recomendaciones nutricionales. 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 electrólitos. Sodio de 120 en los primeros 6 meses de vida a 500 mg/d en el adulto, potasio de 500 a 2 000 mg/d para los mismos grupos y se consideró que 3 500 mg/d de potasio podían reducir la prevalencia de hipertensión y afecciones cardíacas (6).

Requerimiento estimado de energía (REE): en el caso particular de energía se establece el requerimiento estimado de energía, definido 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 (7).

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 (2). 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 FAO/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 2010 y 2014. (Ver Cuadro N° 1)

Cuadro N°1. Minerales permisibles por la FAO (14)

Nutriente	Mínimo según norma (mg/Porción)*	Máximo según norma (mg/Porción)*	Recomendación dietaria por día(mg) según FAO
Na	5	480	2300
Ca	40	800	1200
Mg	15	300	420
Fe	8	40	18
K	400	4700	3510
Zn	8	30	2000

3.4. Gallina Criolla Doméstica (3)

Gallina criolla doméstica, el origen ancestral de la gallina (*Gallus gallus domesticus*), es del sudeste, del bankiva, del cual se formaron cuatro grupos para clasificar razas y estirpes existentes en la actualidad clasificándolas como: asiáticas, mediterráneas, y las razas de combate. Del cruce de estas aves descienden nuestras gallinas domésticas, ya que, por medio de cruzamientos,

selecciones han producido estos tipos de gallinas y así llegar a formar esta gran cantidad de razas, en distintos países.

El Bankiva, que vive en estado salvaje desde India hasta Filipinas. La gallina es uno de los primeros animales domésticos. La cría de gallinas criollas es una actividad importante dentro de las familias campesinas, les permite tener carne y huevos, dedican poco tiempo a su cuidado, la mayoría de veces son animales que se mantienen en espacios libres. En El Salvador, existen diferentes sistemas de explotación y crianza para este renglón productivo: incubación de huevos, producción de huevos de consumo y cría de pollos para el mercado de la carne. En el país se puede llegar a explotar todos esos parámetros de producción, a razón de que es una actividad que se realiza con el seguimiento de ciertos métodos que están al alcance de la población rural. La crianza de gallina criolla es una actividad que se realiza familiarmente con el objetivo de producir carne y huevo a bajo costo, alimento suplementario que cubra las necesidades nutricionales de las aves, y al mismo tiempo garantizar la seguridad alimentaria de las familias que se dedican a esta actividad.

3.5. Alimentación

En la comunidad cantón Azacualpa, Armenia a las gallinas criollas se les proporciona concentrado en las primeras semanas de vida para luego combinarlo con granos, pero una vez llegan a ser aves adultas su dieta es a base de maíz, maicillo y desperdicios.

Cada persona criadora de aves tiene diferente juicio para proporcionarle el alimento a sus animales la mayoría piensan que las aves tienen que comer tres veces al día, pero otras pocas creen que no es necesario con dos veces es suficiente ya que ellas se encargan de conseguir más alimento en el campo.

La cantidad de alimento es dependiendo del número de animales que tenga cada familia, pero en promedio para el número de aves se les suministra de 1 a 5 libras de grano al día. La alimentación no varía en ninguna época, esto puede ser

debido a la falta de conocimiento que tienen las familias de los beneficios que les pueden traer el variar la dieta de acuerdo a los requeridos por las aves en la temporada seca o, también puede ser debido a que las personas no cuentan con los recursos para hacerlo, y lo más fácil y económico para ellos es darles lo mismo todo el año. El agua que se les proporciona a las aves es de manera permanente.

3.6. Orígenes de las Granjas Avícolas en El Salvador ⁽¹⁰⁾

Con el crecimiento de la población volvía imperiosa la necesidad de acelerar los esfuerzos hacia una mejor producción de alimentos. Según el Censo Agropecuario de 1961, para ese año existían en El Salvador 3, 851,804 aves de corral (gallos, gallinas, pollos, pollas), en 175,454 explotaciones. En base a la primera encuesta realizada en el país sobre avicultura comercial en 1962, se puede asumir que ya para 1961 el país contaba con al menos 300,000 ponedoras, aportando por lo tanto casi un 20% de la oferta interna de huevos. En diciembre de 1972 la existencia de ciento veinte tres granjas comerciales con 2,203,975 aves en todo el país, distribuidas en los departamentos de: Ahuachapán, Santa Ana, Sonsonate, La Libertad, San Salvador, Cuscatlán, La Paz, San Vicente, Usulután, San Miguel y La Unión. Pero actualmente la avicultura comercial salvadoreña, se encuentra localizada en la zona central del país, principalmente en los departamentos de La Libertad y San Salvador, en los que tradicionalmente se ha concentrado alrededor del 80% de la existencia total de aves. En estos departamentos se encuentran ubicadas las principales granjas del país las cuales operan con los mayores adelantos de la técnica avícola en el área de Centro América, obedeciendo este grado de concentración en las proximidades a las áreas urbanas más importantes, a que estas constituyen los principales mercados de consumo, además de localizarse las principales fuentes de medicamentos, concentrados, maquinaria y equipo en general.

Las granjas son básicamente de tres tipos: alrededor de 97 son granjas de

engorde (para desarrollo de carne aviar), alrededor de 460 son granjas ponedoras (para producción comercial de huevos blanco y marrón) y el resto son granjas que desarrollan distintas tareas de reproducción (de pollitos de engorde o de pollitas ponedoras de un día).

Entre los elementos que deben considerarse es el manejo de la luz, de la limpieza de la camada de los nidos, la adecuada provisión de agua, la fórmula adecuada de alimento que va cambiando a lo largo de la vida útil de la gallina. El stock de aves ponedoras comerciales de El Salvador es de alrededor de 4,1 millones. Si bien existen cerca de 600 granjas, 5 grandes empresas concentran el 70% aproximadamente del inventario de aves ponedoras, todas trabajando mayoritariamente con pollitas Hy Line de CRIAVES. Las dos empresas más importantes son El Granjero 24% de las aves ponedoras y el Grupo Lemos O'Byrne 22%, le siguen Granja Catalana 12%, Avícola San Benito 9% y Avimac 5%.

Estas empresas tienen capacidad de distribuir en todo el territorio del país. El Granjero es la empresa más grande de gallinas ponedoras de El Salvador, con un stock de alrededor de 1 millón de aves. El Granjero comercializa su producción de huevos en todo el país bajo la marca homónima, otras marcas como Dany y Suli y sin marca y exporta también alrededor de 1,800 cajas semanales a Honduras. La empresa exporta a Honduras y Guatemala cerca del 20% de su producción. En Honduras estaría presente también a través de la empresa Avícola Santa Rosa (250 mil aves) (Industria Avícola 2007). La producción de El Granjero llega a todos los tipos de instancias de comercialización de huevos, primordialmente de San Salvador y ciudades cabeceras: supermercados, mercados municipales, tiendas/panaderías. La presentación más usual es el cartón de 30 huevos, cuyo precio a abril de 2007 rondaba los \$2,90 según la empresa. La producción es distribuida por Empresas de Granjas Guanacas –

EGG, que también distribuye la producción de su competidor más grande: el Grupo Lemus O`Byrne, cuya marca es Vitayema, a quien el Granjero le atribuye una participación similar de mercado. EGG también distribuye la producción de Avimac (Yema de Oro) y Avícola Cocolima. Considerando su stock de aves, la cuota de mercado de El Granjero sería del orden del 24%, sin embargo, restringiéndose a la comercialización de huevos en El Salvador, la empresa estima que su participación de mercado es de 12% a 15% (entrevista al Director Ejecutivo de EGG y de El Granjero Señor José Alberto Gonzales). Finalmente, El Granjero cuenta con una planta de producción de alimentos concentrados con una capacidad de 50 toneladas por hora y de almacenaje de 1,800 toneladas. La planta se encuentra operando con más del 50% de su capacidad ociosa. Fue desarrollada con el proyecto de abastecer también a terceros.

3.7 Valor nutritivo del huevo

Densidad Nutritiva ⁽²⁾

Destaca su moderado contenido energético, 70 kcal en un huevo de 50 g, el huevo aporta una gran proporción de los nutrientes esenciales que necesita cubrir diariamente una persona, mientras que apenas cubre una pequeña proporción de sus necesidades en calorías.

La densidad nutricional del huevo con relación a otros alimentos proteicos como la carne es muy favorable en referencia a los AGPI (ácidos grasos poliinsaturado), el hierro, las vitaminas A, E, B2, B12 y B9.

Proteína y Aminoácidos

La proteína contenida en el huevo es de alto valor biológico, el 55 % de la proteína se encuentra en la clara, mientras que el restante 45 % se localiza en la yema. El huevo proporciona más de 6 g/unidad de proteínas de fácil digestión y alta calidad (con un valor biológico de 94 en una escala de 100). La proteína del huevo proporciona todos los aminoácidos esenciales, en una

proporción muy satisfactoria, lo que ayuda a garantizar el aporte proteico necesario. De las proteínas presentes en la clara, destacan la ovoalbúmina y ovomucina que son responsables de la consistencia del albumen, y la lisozima que tiene propiedades antibacterianas. El resto de las proteínas del huevo están en la yema, la cual consiste en emulsión de agua y lipoproteínas.

Lípidos

El huevo contiene aproximadamente un 11% de fracción grasa, depositada exclusivamente en la yema, con un predominio de triglicéridos, fosfolípidos y en menor fracción colesterol. Las vitaminas liposolubles y los carotenoides forman parte de un 1% de los lípidos de la yema.

Vitaminas

Un huevo contiene cantidades significativas de una amplia gama de vitaminas (A, D, E, B2, B12, etc.) de las cuales las vitaminas A, D, E y K se encuentran en la yema y las hidrosolubles en la yema y clara. La vitamina A es importante para el normal funcionamiento y desarrollo celular y, especialmente, para la visión. Los alimentos de origen vegetal contienen precursores de vitamina A, pero sólo los productos de origen animal aportan esta vitamina de forma preformada. En concreto el huevo puede presentar 480 UI/huevo lo que vendría a cubrir el 10 % del valor diario recomendado.

El huevo aporta una cantidad elevada de luteína y zeaxantina (xantófilas). Que se encuentran en los vegetales verdes y en la yema de huevo. El huevo es el único alimento de origen animal que aporta luteína y zeaxantina, y aunque su contenido es inferior al de algunas fuentes de origen vegetal, la biodisponibilidad es superior.

La vitamina E es conocida por su gran poder antioxidante, ya que neutraliza la acción degenerativa de los radicales libres y previene la oxidación celular.

El huevo presenta 1,1-1,6 mg/100 g de vitamina E lo que representa el 5% de la CDR. Aporte calórico: Alimento bajo en calorías, aporta 75 kcal (unidad mediana).

Proteínas: Se encuentran en la clara como en la yema, son proteínas completas de alto valor biológico con todos los 9 aminoácidos esenciales. Un huevo aporta 6,25 g de proteína que equivalen al 10% de las recomendaciones proteicas necesarias para un adulto de referencia y 30% de las recomendaciones de un niño entre 2 y 5 años edad. La principal proteína del huevo se encuentra en la clara y es la ovoalbúmina.

La proteína del huevo es considerada la de mejor calidad luego de la proteína de la leche humana y es tomada como referencia para evaluar la calidad proteica de otros alimentos. **Lípidos:** Contiene ácidos grasos esenciales linoleico y alfa-linolénico. Las grasas son en su mayoría insaturadas y saludables, siendo el ácido graso oleico (omega 9) el que predomina. Además, contiene triglicéridos, lecitina y colesterol. No aporta ácidos grasos trans y solo 1/3 de las grasas que aporta son saturadas (1,5 g). **Minerales:** Aporta todos los minerales (hierro, magnesio, zinc, selenio, fósforo, etc.). El hierro que se encuentra en la yema, es de muy buena disponibilidad. **Vitaminas:** Posee gran variedad de vitaminas. En la clara se encuentran las vitaminas hidrosolubles del complejo B y en la yema las vitaminas liposolubles: A, D, E y K.

Sustancias esenciales: Contiene colina, que actúa en la formación del sistema nervioso y centros de la memoria. Además, aporta pigmentos carotenoides antioxidantes de tipo xantofilas llamados luteína y zeaxantina que intervienen en la salud visual. Ambas sustancias se encuentran en la yema.

3.8. Los Minerales ⁽²⁾

Son micronutrientes inorgánicos que forman parte de algún órgano o elemento del cuerpo, como son los huesos o la sangre, y se adquieren a través de algunas

frutas, vegetales y otros alimentos ⁽²⁾. Los minerales se pueden dividir acorde a la necesidad que el organismo tiene de ellos: Los Macro minerales: también llamados minerales mayores, son necesarios en cantidades mayores de 100 mg por día. Entre ellos, los más importantes que podemos mencionar son: Sodio, Potasio, Calcio, Fósforo, Magnesio y Azufre ⁽²⁾. Los Micro minerales: también llamados minerales pequeños, son necesarios en cantidades muy pequeñas, obviamente menores que los macro minerales. Los 7 más importantes para tener en cuenta son: Cobre, Yodo, Hierro, Manganeso, Cromo, Cobalto, Zinc y Selenio.

3.8.1. Calcio ⁽²⁾

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. En 1997 se propuso un modelo matemático no lineal que relacionaba ingestión y retención de calcio. Con las ecuaciones desarrolladas es posible determinar el nivel de calcio requerido para alcanzar el nivel de retención de calcio deseado ⁽⁶⁾. Se decidió utilizar para el calcio los valores de “Ingestión Adecuada” y no, requerimiento estimado promedio (EAR). La “ingestión adecuada” 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. La decisión final para el establecimiento de recomendaciones nutricionales definitivas para calcio, tendrá que esperar entonces por estudios adicionales sobre balance de calcio con rangos más amplios de ingestión o mediciones a

más largo plazo de los niveles de suficiencia ⁽⁶⁾. 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, 800 de 4 a 8, 1300 para la adolescencia y 1000-1200 mg para adultos ⁽⁶⁾. 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.

3.8.1.1 Deficiencia de calcio ⁽²⁾

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 ⁽⁶⁾. 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 el aumento de la presión arterial, así como calambres en manos y pies. No es recomendable tomar suplementos de calcio sin consultar a su médico ⁽²⁾.

3.8.1.2 Exceso de calcio ⁽²⁾

La absorción de calcio requiere de la actividad de unas células especializadas: los osteoblastos. Estos osteoblastos también componen la matriz ósea precalificada, 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. Dado que el estrógeno inhibe la absorción de calcio, el estrógeno previene la muerte de los osteoblastos ⁽⁶⁾. Si consumes 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 ⁽⁶⁾. 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, a la par que el viejo seguirá descomponiéndose constantemente de todos modos. Como existe una carencia de estructura pre-calcificada sobre la que construir nuevo hueso, no puede darse el reemplazo, y comenzarán a aparecer agujeros y porosidades ⁽⁵⁾. Esto es exactamente 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 y/o, al menos, su actividad queda disminuida, como huesos exageradamente envejecidos. Los huesos osteoporóticos presentan menos matriz disponible que pueda ser calcificada que en hueso sanos. En la osteoporosis, las células muertas no pueden ser reemplazadas, ni las micro-fracturas reparadas.

3.8.2. Hierro ⁽²⁾

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 ⁽³⁾. 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 tenga un valor de 18 % para adultos que ingieren la típica dieta norteamericana. De esta forma se establece una recomendación nutricional para el hierro de 8 mg/d para hombres y 18 mg/d para mujeres pre menopáusicas, respectivamente. Para la mujer embarazada se eleva esta recomendación a 27 mg/d ⁽³⁾. El valor de 18 mg/d, que ya había sido propuesto en el año 1980, vuelve a situarse como máxima recomendación nutricional para adultos, después de la reducción a 15 mg/d que proponía el consejo de 1989. Se establecen niveles máximos de ingestión tolerable de 40 y 45 mg/d para niños y adultos, respectivamente.

3.8.2.1 Deficiencia de hierro ⁽²⁾

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 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 según escolaridad de la madre, lo que significa que es un problema generalizado en toda la población ⁽²⁾.

3.8.2.2. Exceso de hierro ⁽²⁾

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.

3.8.3. Zinc ⁽²⁾

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 ubicuidad 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 se colocó a 11 mg/d para hombres y 8 mg/d para mujeres, valores inferiores a los previamente existentes. Los niveles máximos de ingestión tolerable son de 4-5 mg/d para niños durante el primer año de edad, 7 mg/d para niños de 1 a 3 años, 12 mg/d para niños de 4 a 12 años, 23 mg/d entre 9 y 12 años y de 30-40 mg/d para adultos.

3.8.3.1. Deficiencia de Zinc ⁽²⁾

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.

3.8.3.2. Exceso de Zinc ⁽²⁾

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 (el colesterol "bueno").

3.8.4. Magnesio ⁽²⁾

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 establecen recomendaciones de 80 y 130 mg/d, respectivamente. Para niños de 9 a 15 años se recomiendan 240 mg/d y después de esta edad la recomendación se sitúa entre 300 y 420 mg/d. Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 65-110 mg/d para niños y 350 mg/d para adultos.

3.8.4.1. Deficiencia de magnesio ⁽²⁾

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.

3.8.4.2 Exceso de magnesio ⁽²⁾

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.

3.8.5 Sodio ⁽⁵⁾

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 musculo. También se emplea en la absorción de glucosa y en el transporte de nutrientes a través de la membrana celular.

3.8.5.1 Deficiencia de sodio ⁽⁵⁾

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 miligramos (mg) por día, lo que equivale a aproximadamente 1 cucharadita de sal.

3.8.5.2 Exceso de sodio ⁽⁵⁾

Los alimentos naturales contienen cloruro de sodio en proporciones muy inferiores a las que contienen los alimentos procesados (a los que se le agregan conservadores y condimentos elaborados a base de sal, como nitrito de sodio, benzoato de sodio o glutamato mono sódico). La "sal oculta" es difícil de reconocer por los receptores de la lengua, y comemos demasiada sin enterarnos. La Organización Mundial de la Salud 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.

3.8.6 Potasio ⁽⁵⁾

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.

3.8.6.1 Deficiencia de potasio ⁽⁵⁾

Aunque la ingesta deficiente de potasio es poco frecuente, nuestro 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 y puede producir calambres, debilidad muscular, fatiga o espasmos, si falta potasio en nuestro cuerpo podemos sufrir 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 y hasta problemas cardiovasculares más severos, así como daño renal si la falta de potasio en el cuerpo es sostenida en el tiempo ⁽⁵⁾. Entre los síntomas menores de la falta de potasio encontramos además de los espasmos y calambres musculares, la fatiga y el estreñimiento, pues 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 de nuestro cuerpo. Así como se puede ver, la falta de potasio en nuestro cuerpo puede revertir gravedad, 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 FAO es de 440 a 4700 mg/día.

3.8.6.2 Exceso de potasio ⁽⁵⁾

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 ⁽⁷⁾. 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. A este 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 en caso de exceso de potasio no se produce un estreñimiento, sino una diarrea.

Análisis de Minerales

La bromatología es la ciencia enfocada al estudio de los alimentos y uno de los análisis de mayor importancia para determinar las cualidades nutricionales de un alimento es el de minerales, es decir, la determinación de nutrientes de naturaleza inorgánica, ya que los minerales juegan un papel crítico en la nutrición y mantenimiento de la salud humana, siendo considerados como elementos esenciales.

La química analítica es fundamental para la determinación de minerales, ya que gracias a ella se ha podido establecer su presencia, mediante los análisis cualitativos y cuantitativos. Algunos minerales como el calcio se pueden determinar mediante métodos clásicos, gravimetría, volumetría, o complejometría, mientras que otros, debido a la presencia en concentraciones muy pequeñas, requieren de los métodos instrumentales, como la espectrometría. De manera general, en la actualidad se prefiere el uso de instrumentación por su sensibilidad.

Los métodos instrumentales se basan en la medida de una respuesta física generada por el analito obtenida por estimulación de un equipo. La utilización de instrumentación ha facilitado el ejercicio de la química analítica al disminuir cantidades de muestras y reactivos a utilizar, disminuir conjuntamente el tiempo de análisis considerablemente y de los riesgos de los usos de sustancias peligrosas. Entre las técnicas más utilizadas se encuentra la espectroscopia, la interacción de la radiación con la materia, ya sea atómica o molecular. Para la determinación de minerales se utiliza la espectrofotometría atómica, en modo de absorción o emisión.

3.9. Espectrofotometría de Absorción Atómica (6)

La espectrofotometría de absorción atómica se basa en la respuesta óptica que es causada por la radiación absorbida por los átomos libres del metal al incidir radiación en ellos.

La cuantificación en la espectrometría se fundamenta en la Ley de Beer-Lambert, la cual expone que la absorbancia es directamente proporcional a la longitud b del recorrido a través de un medio y la concentración c de la especie absorbente, como se expresa en la Ecuación 1.1, en donde a es la constante de proporcionalidad llamada absorptividad.

$$A=abc \quad \text{Ecuación N}^\circ 1$$

La técnica de espectrometría de absorción atómica está constituida por diferentes etapas: fuente de radiación, introducción de muestra, atomizador del analito, monocromador, detector y registro de datos. Cada una de las etapas tiene su función e importancia en el análisis de metales en solución. Para obtener átomos libres se pueden utilizar algunos tipos de atomizadores, pero el más común es el de llama, porque es de bajo costo y es fácil de usar. Dependiendo del oxidante (aire, oxígeno molecular u óxido nitroso) y la mezcla que se dé con el combustible (gas natural, hidrógeno molecular o acetileno) la temperatura variara entre 1700 °C a 3150 °C. Hay que tener en cuenta que la temperatura tiene una gran incidencia al momento de aumentar la eficiencia de atomización, por lo que, hay que ser muy cuidadoso para evitar temperaturas demasiado altas que fomenten la ionización de los átomos y temperaturas muy bajas donde no se llega a formar la nube atómica.

La atomización mediante la llama se da como resultado de los procesos interconectados descritos a continuación:

- Nebulización: por acción de un nebulizador mecánico la solución se

nebuliza, es decir la solución se dispersa en pequeñas gotas, mediante el flujo de un oxidante gaseoso con un combustible también gaseoso que pasan a la llama.

- Desolvatación: el disolvente se evapora formando un aerosol molecular, de aquellas moléculas disueltas en la solución, finamente dividido por el efecto del calor de la llama.
- Volatilización: por el aumento de la temperatura las moléculas, del aerosol molecular, pasan a estado gaseoso.
- Disociación: en esta fase se obtienen los átomos libres por efecto de la temperatura al llegar a la región interzonal de la llama.

La fuente de radiación usualmente usada son las lámparas de cátodo hueco la que consta de un ánodo de tungsteno y un cátodo cilíndrico sellado en un tubo de vidrio, con gas neón en su interior a una presión de 1 a 5 torr. Se aplica una diferencia de potencial suficientemente grande en los electrodos, los cationes gaseosos tendrán la energía cinética suficiente para disolver a algunos de los átomos metálicos del cátodo, produciendo una nube atómica. Algunos átomos metálicos desprendidos se encuentran excitados y al regresar a su estado basal emiten su radiación característica, la misma que será absorbida por la muestra atomizada. Por último, los átomos metálicos regresan al cátodo o se depositan en las paredes del vidrio.

El monocromador es utilizado para separar una banda espectral deseada, por lo que están diseñados para variar de forma continua de longitud de onda en un amplio intervalo, es decir, realizar un barrido espectral. Los monocromadores pueden contener prismas o redes, actualmente se utilizan redes en la mayoría de instrumentos.

Está formado por una rejilla de entrada de radiación, un espejo colimador que provoca un haz paralelo de radiación, una red de reflexión que dispersa las longitudes de onda que conforman la radiación que ingreso inicialmente, otro

espejo cóncavo que reforma la imagen y que enfoca sobre el plano focal, y una rejilla de salida en el plano focal que aísla la longitud de onda deseada.

Al momento de realizar mediciones de potencia radiante baja, el tubo multiplicador es un buen detector por sus ventajas sobre un fototubo ordinario. En un fotocátodo incide una radiación, fotoelectrón, produciendo que emita electrones a los diodos, en donde cada fotoelectrón que incida emitirá más electrones, hasta haber producido entre 10^6 a 10^7 electrones por cada fotón inducido, los electrones resultantes llegarán finalmente al ánodo y la corriente (Ver Figura N°3).

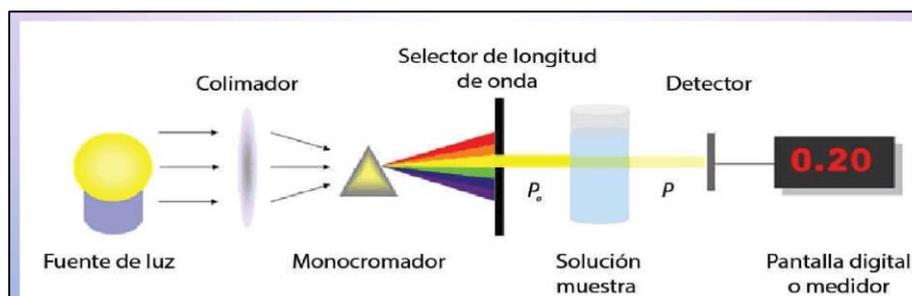


Figura N°3. Esquema de Equipo de Absorción Atómica (6)

Fundamento Teórico

El principio del método se basa en la absorción de luz por parte de un elemento en estado atómico. La longitud de onda a la cual la luz es absorbida es específica de cada elemento.

Se mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de radiación absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente.

El método involucra fundamentalmente 2 procesos: la atomización de la muestra y la absorción de radiación proveniente de una fuente por los átomos libres. El tratamiento de la muestra hasta la atomización comprende las

siguientes etapas:

Secado. Una vez que la muestra ha sido inyectada en el tubo de grafito, se calienta a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente (usualmente entre 80 a 180 °C).

El objetivo de esta etapa es la evaporación del solvente. La muestra inyectada (2-20 µL) en el horno de grafito es sometida a una temperatura algo inferior al punto de ebullición del solvente (80-180 °C). Aquí se evaporan el solvente y los componentes volátiles de la matriz.

Calcinado. El próximo paso del programa es el calcinado por incremento de la temperatura, para remover la mayor cantidad de material (materia orgánica) de la muestra como sea posible, sin pérdida del analito. La temperatura de calcinación usada varía típicamente en el rango de 350 a 1600 °C. Durante el calcinado, el material sólido es descompuesto mientras que los materiales refractarios, como por ejemplo los óxidos, permanecen inalterados.

Atomización. En esta etapa, el horno es calentado rápidamente a altas temperaturas (1800-2800 °C) para vaporizar los residuos del paso de calcinado. Este proceso lleva a la creación de átomos libres en el camino óptico. Se mide la absorbancia durante este paso.

Atomizadores Eletrotermicos o de grafito

En este sistema, la atomización tiene lugar en un tubo cilíndrico de grafito abierto en ambos extremos y que tiene un orificio central para la introducción de la muestra mediante un inyector automático.

Este tubo intercambiable se ajusta perfectamente a un par de contactos eléctricos que se ubican en los dos extremos del mismo. Estos contactos se mantienen dentro de un módulo refrigerado por agua. Dos corrientes de gas inerte circulan por este módulo: una corriente externa que evita la entrada de aire exterior y permite que dentro del tubo se alcance la atomización de la muestra y una corriente interna que fluye por entre los dos extremos del tubo

y sale por el orificio central del compartimiento de muestra. Esta corriente no sólo elimina el aire, sino que sirve también para desalojar los vapores generados a partir de la matriz de la muestra durante las dos primeras etapas de calentamiento. Se ha demostrado que reduciendo la porosidad natural del tubo de grafito pueden disminuirse algunos efectos de la matriz y mejorarse la reproducibilidad en aquellos aspectos asociados al proceso de atomización. Para mitigar este efecto, suele recubrirse la superficie de grafito con una fina capa de grafito pirolítico, que permite sellar los poros del horno.

Existen dos tipos de hornos de grafito: con plataforma incorporada y sin plataforma. Los hornos provistos de plataforma L'vov, poseen una pieza de grafito pirolítico sólido que contiene una depresión central para contener el líquido. La muestra se evapora y se calcina sobre esta plataforma de acuerdo con el programa de temperatura establecido previamente.

Existe un mínimo de contacto físico entre el tubo y la plataforma, ya que la plataforma es sostenida sólo por los bordes. El efecto de la plataforma es retrasar la atomización de la muestra. El aumento de temperatura es controlado dentro del tubo, debido a que un aumento brusco en la misma retrasa la atomización, ya que la muestra no tiene el tiempo de contacto suficiente con la pared del horno. De este modo, se obtienen picos más reproducibles.

La atomización del analito que ocurre en la plataforma se desarrolla en un ambiente significativamente más caliente que si hubiese ocurrido en la pared del tubo de grafito. Uno de los beneficios de la plataforma es proporcionar un ambiente a elevadas temperaturas cuando se da el proceso de atomización; de este modo, se consigue disminuir las interferencias y las señales de fondo generadas por los elementos volátiles.

Sin embargo, las plataformas pirolíticas poseen limitaciones prácticas. El volumen de muestra que puede ser descargado dentro de la plataforma está

limitado a un máximo de 400L. Las plataformas también pueden causar una pequeña reducción en el rendimiento de la luz, por lo que la alineación es crítica para asegurar un máximo de beneficio. Además, se requieren programas térmicos que alcancen temperaturas más elevadas.

Los tubos de grafito pueden adquirir dos posiciones distintas dentro del instrumento según la forma en que fue diseñado: en posición longitudinal o transversal respecto al haz de luz proveniente de la lámpara de cátodo hueco.

Cuando el tubo se encuentra ubicado longitudinalmente, debe refrigerarse por los extremos. Como resultado, se genera siempre un gradiente de temperatura a lo largo del tubo, y la porción del tubo adyacente a los contactos eléctricos está más fría que la región central. Este gradiente de temperatura puede causar que átomos y moléculas vaporizadas.

Su función es convertir los átomos combinados de la muestra en átomos en estado fundamental, para ello es necesario suministrar a las muestras una cantidad de energía suficiente para disociar las moléculas, romper sus enlaces y llevar los átomos al estado fundamental.

Los componentes necesarios para obtener los átomos en estado fundamental son:

- Nebulizador: cuya misión es convertir la muestra aspirada en una nube de tamaño de gota muy pequeño.
- Cámara de premezcla: donde penetra la muestra una vez se ha nebulizado. En ella se separan las pequeñas gotitas que forman la niebla mezclándose la muestra nebulizada con el oxidante y el combustible íntimamente.
- Mechero. Se sitúa sobre la cámara de pre mezcla, y por él sale la llama con temperatura suficiente para poder comunicar a la muestra la energía suficiente para llevar los átomos a su estado fundamental.

La llama es el medio de aporte de energía a la muestra. Entre las llamas se diferencia entre la de aire-acetileno y la de óxido nitroso-acetileno. Como puede observarse en la Figura N°4, en la llama se pueden distinguir tres zonas:

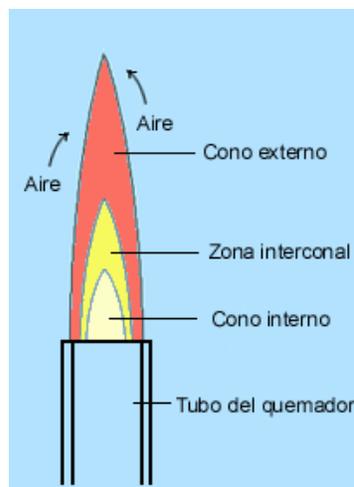


Figura No. 4. Partes de la llama (6)

- La zona interna: es la más próxima al mechero, de color azul y con temperatura relativamente baja.
- La zona de reacción: donde se produce la atomización.
- La zona externa: Es la parte más fría de la llama.

Los instrumentos para trabajar en Absorción Atómica requieren tres componentes: Fuente de energía (radiación), celda para la muestra y equipo de medida de la energía.

Los componentes básicos de un espectrómetro de Absorción Atómica de Llama y de Horno de Grafito son: fuente de energía radiante que emita en la longitud de onda del elemento de interés, sistema de atomización que suministre la energía calorífica necesaria para la disociación del analito y la formación de átomos libres, monocromador para aislar las radiaciones a la

longitud de onda medida, y detector acoplado con un sistema de registro de los datos obtenidos.

La diferencia principal se encuentra en la fase de atomización de la muestra. En el caso de Absorción Atómica de Llama (Ver Figura N° 5a) este proceso se realiza en una llama, que utiliza como combustible la mezcla de los gases óxido de nitrógeno/acetileno o de aire/acetileno en función de la temperatura necesaria.

En la técnica de Absorción Atómica en Horno de Grafito la atomización se produce en un horno que consiste en un tubo de grafito y el calentamiento se produce por una corriente eléctrica (Ver Figura N° 5b).

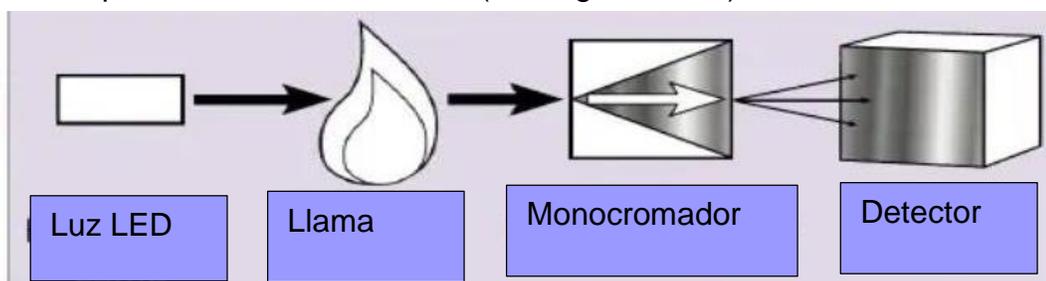


Figura N°. 5a Absorción atómica de Llama ⁽⁶⁾

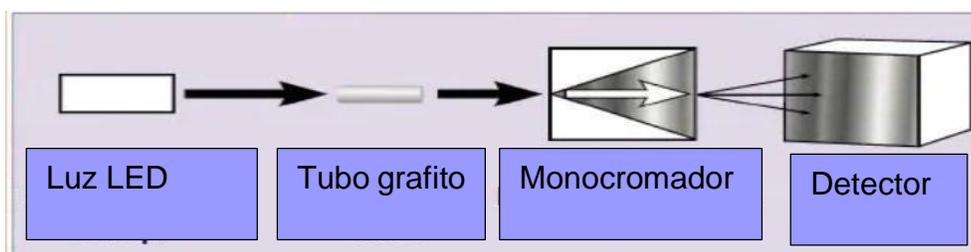


Figura N°.5b. Absorción Atómica en Horno de Grafito ⁽⁶⁾

Por EAA es posible determinar más de 60 elementos, tanto en Llama como en Horno de Grafito, hay que tener en cuenta la temperatura en el proceso de atomización. Las temperaturas que se alcanzan en el proceso de atomización son relativamente bajas, tanto en Absorción Atómica de Llama

como con Horno de Grafito (en Llama, utilizando como combustible óxido nitroso/acetileno se alcanzan unos 3000°C siendo más baja la temperatura con la Llama de aire/acetileno) (Ver Cuadro N°2).

Cuadro N°.2 Diferencias entre Absorción atómica de llama y Absorción atómica de grafito ⁽⁶⁾

Absorción Atómica de Llama	Absorción Atómica en Horno de grafito
Método más rápido y sencillo	Método más lento y automatizado
Mayor cantidad de muestra (mL)	Menor cantidad de muestra (µL)
. El calentamiento se produce en la llama de aire/acetileno o aire /óxido de Nitrógeno	El calentamiento se produce en el tubo de grafito por el paso de una corriente eléctrica a través del horno
Los gases que se producen en la combustión arrastran los átomos producidos en la misma por lo que su estancia en el haz de radiación es muy corta	Se puede suprimir el paso de gas, por lo que los átomos formados permanecen más tiempo en el haz
Los rangos de detección son del orden de ppm (partes por millón)	Los rangos de detección son de órdenes de ppb (partes por billón), por lo tanto, mayor sensibilidad
Se pueden determinar un número menor de elementos con esta técnica	Se pueden determinar la mayoría de elementos medibles por AA en amplia variedad de matrices

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo de estudio:

- Transversal: ya que se realizaron los análisis en un periodo de tiempo determinado.
- Experimental: Basado en pruebas de laboratorio, porque se realizarán análisis de forma práctica para obtener datos sobre las cantidades de micronutrientes presentes en la yema de huevo.

4.2. Investigación bibliográfica:

Para el desarrollo del presente trabajo, la investigación bibliográfica se realizó virtualmente en las diferentes bibliotecas:

- Doctor Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Facultad de Ingeniería y Arquitectura de Universidad de El Salvador,
- Rafael Meza Ayau de la Universidad Don Bosco
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, USAM.

4.3. Investigación de Campo

La investigación se llevó a cabo en la yema de huevo de gallina ya que es rica en nutrientes y es la mayor fuente de vitaminas y minerales.

Se realizó la preparación de cada muestra para la determinación del contenido de micronutrientes (Na, Ca, Mg, Fe, Zn y K) por porción basada en 100g, y se cuantificó por el método de Absorción atómica.

La toma de muestra se realizó en la Ciudad de Armenia, departamento de Sonsonate en el único supermercado de la localidad, verificando por inspección

las marcas que ahí se comercializan, la venta independiente de esa misma ciudad siendo estos también huevos de granja y la muestra de huevo criollo se obtuvo de una casa ubicada en el cantón Azacualpa en Armenia. (Ver Anexo N°1)

Tipo de muestreo: puntual y dirigido a las diferentes marcas de huevos comercializados en el supermercado de la localidad, venta independiente y los huevos de gallina criolla.

Universo: Todos los huevos de gallina de granja y todos los huevos de gallina criolla.

4.4. Toma de Muestra (Ver Figura N°6, N°7 y N°8)

$$n = \frac{Z_c^2 p \cdot q}{e^2} \quad n = \frac{(1.645)^2 (0.5)(0.5)}{(0.104)^2} \quad n=62.55 \quad \text{Ecuación N°2}$$

n = Tamaño de muestra

Z= Nivel de confianza (90%)=1.645

P= probabilidad de ocurrencia (0.5)

q =probabilidad de no ocurrencia (0.5)

e = error del muestro (10%)=0.104

Según formula anterior se tendrían que muestrear 63 huevos, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera:

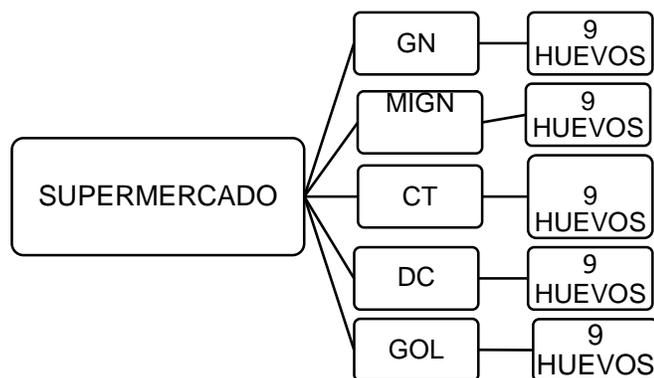


Figura N°6 Esquema de muestreo de Supermercado

Fuente: Elaboración propia



Figura N°7 Esquema de muestreo venta independiente

Fuente: Elaboración propia

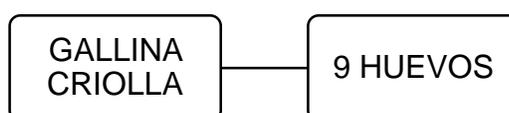


Figura N°8 Esquema de muestreo para huevos de gallina criolla

Fuente: Elaboración propia

Se trabajará en 3 etapas:

- El tratamiento de cada muestra: se realizó por triplicado.
- Preparación de muestras.
- Análisis del contenido de micronutrientes por el método de Absorción Atómica.

4.4 Parte Experimental (Ver Anexo N°2)

Preparación de muestras

Tratamiento de las muestras:

Se procederá a lavar con agua destilada los 3 huevos que constituyen la muestra compuesta, posteriormente se introducirá en un recipiente con agua destilada calentándolos entre 15 a 20 minutos, enfriar, eliminar el cascarón, separar la clara de la yema tratando que se separe completamente, luego secar la yema en una estufa a 110°C por 2 horas. (se realiza procedimiento por triplicado para cada marca y yema de huevo de gallina criolla).

Preparación de la muestra

- Triturar 3 yemas utilizando un mortero y pistilo
- Pesar 5.0g aproximadamente en un crisol, en una balanza analítica.
- Calentar suavemente en un hot plate la muestra contenida en el crisol. Continuar calentando a sequedad y luego hasta que ocurra una carbonización parcial.
- Calentar a 800°C por 2 horas para calcinarlo. Si la calcinación es incompleta, humedecer con 2.0mL de una solución de nitrato de magnesio al 50% o con ácido nítrico (1:1). Llevar a sequedad y continuar calcinando.
- Agregar de 2.0 a 4.0 mL de agua destilada a las cenizas y después evaporar; añadir 5.0mL de ácido clorhídrico para disolver las sales.
- Filtrar las cenizas utilizando papel Whatman 42.
- Recibir el filtrado en un balón volumétrico de 100.0 mL y llevar a volumen con agua destilada.
- Este procedimiento se realiza para cada muestra compuesta (3 yemas), haciendo un total de 9 yemas de huevo para cada marca y yema de huevo de gallina criolla.

ANALISIS DEL CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES POR EL METODO DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA DE LLAMA ⁽¹¹⁾

Calcio

Procedimiento (Ver Anexo N°3)

Preparación del blanco:

- Agregar 5.0mL de ácido clorhídrico diluido (1:50) y 6.0ml de solución de lantano en un balón volumétrico de 100.0ML, llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
- Colocar esta solución en el equipo y tomar lectura. El valor obtenido será utilizado para la corrección del valor obtenido en la medición de la muestra.

Estándares

- A partir de la solución madre de calcio (1000.0 ppm Ca) preparar una solución stock de 20.0ppm de calcio.
- A partir de la solución stock, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándares de 0.3, 2.0 y 6.0 ppm Ca.

Muestra

- Del filtrado resultante de la muestra tratada pipetear 25.0mL a un balón volumétrico de 100.0mL, adicionar 6.0mL de solución de lantano. Llevar a volumen con agua destilada.
- En caso de ser necesario, realizar diluciones adecuadas de la muestra tratada.

Medición.

Longitud de onda:422.7nm

Rango de concentración de curva de calibración: 0.3 – 6.0µg/mL

Nota: se realizó el mismo procedimiento de estándares y blanco para los demás minerales, la diferencia es la longitud de onda. (Ver Cuadro N°3):

Cuadro N° 3. Preparación de Estándares recomendados por el manual del equipo Absorción Atómica Shimadzu

Elementos	Estándares (ppm)	Longitud de onda (nm)
Ca	0.3, 2.0 y 6.0	422.7
Fe	0.3, 2.0, 6.0	248.3
Mg	0.05, 0.1 y 0.5	285.2
Zn	0.05, 0.1, 0.5 y 1.0	213.9
Na	0.05, 0.1, 0.5 y 1.0	589.0
K	0.1, 0.5 y 1.0	766.5

Fuente: Elaboración propia

4.5 Modelo estadístico

Los resultados obtenidos para cada una de las muestras se agruparon de la siguiente manera (Ver Cuadro N°4):

Cuadro N°4. Cuadro de distribución de muestras

	MARCA	YEMAS	MUESTRAS COMPUESTAS	ANALISIS	N° DE ANALISIS
Súper	CT	9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
	GOL	9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
	MIGN	9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
	GN	9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
	DC	9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
Venta Independiente		9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
Gallina criolla		9	3	Na, Ca, Fe,Mg,Zn y K	18
TOTAL					126

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras de cada una de las marcas, venta independiente y Gallina criolla se analizaron por triplicado, teniendo un total de 126 análisis; se determinó la cantidad en concentración a partir de las lecturas de los 6 minerales. Para cada marca.

Para cada mineral, los resultados se analizaron utilizando análisis de varianza de un factor, (ANOVA de un factor).

El análisis de varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medidas de K poblaciones son iguales frente a una hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere a las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales en los que interesa comparar los resultados de K tratamientos con respecto a la variable dependiente de interés.

Ho: $M_1=M_2$

H1: $M_1 \neq M_2$

El anova requiere el cumplimiento de las siguientes hipótesis:

- Las poblaciones son normales.
- Las poblaciones tienen igual varianza cada una de ellas.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los promedios de las concentraciones de Na, Ca, Mg, Fe, K y Zn presentes en la yema de huevo de gallina criolla (Ver Cuadro N°5 y Figura N°9)

Cuadro N°5. Concentración de Na, Ca, Mg, Fe, K y Zn en yema de huevo de gallina criolla.

MUESTRA	MINERALES	CANTIDAD mg/porción
GALLINA CRIOLLA	GC-K	524.90
	GC-Ca	1771.79
	GC-Mg	89.18
	GC-Zn	4.60
	GC-Fe	48.35
	GC-Na	1387.55

Fuente: Elaboración propia

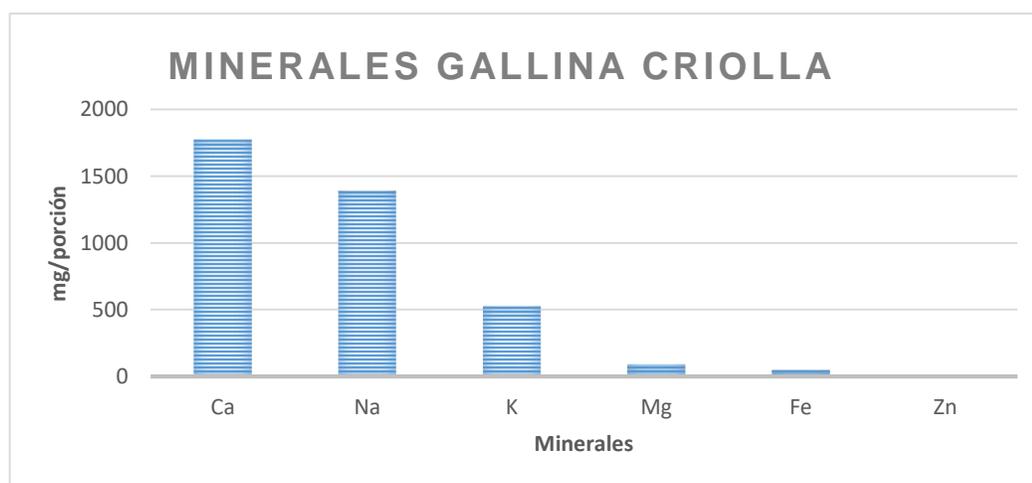


Figura N°9. Histograma de promedio de minerales de yema de huevo de gallina criolla.

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°5 y Figura N°9 se presentan los valores experimentales de los minerales en estudio de la yema de gallina criolla en la cual podemos apreciar que el Calcio es el mineral más abundante con un valor, 1771.79mg, luego tenemos al sodio con un valor de 1387.55mg, posteriormente potasio con 524.90mg, magnesio 89.18mg, hierro con 48.35mg y por último el zinc con 4.60mg. estos valores son calculados en base a 100 g de porción.

Cuadro N°6. Valores promedios de minerales presentes en la yema de huevo de gallina de granja.

Marca Mineral (mg/porción)	Ca	K	Mg	Zn	Fe	Na
Vind	1994.70	280.31	122.33	6.11	66.18	640.76
CT	2463.89	728.14	138.43	8.31	68.96	1092.79
GN	2664.49	636.10	142.67	7.75	83.06	973.96
MiGN	1747.82	597.04	100.28	3.92	53.43	2134.17
DC	1956.13	365.20	96.77	6.46	48.81	640.76
GOL	1663.69	647.66	70.22	4.39	37.07	1642.83

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°6 se presentan los valores experimentales de los minerales en estudio de la yema de gallina de granja en la cual podemos apreciar que el Calcio es el mineral más abundante en las diferentes marcas, luego tenemos al sodio, posteriormente potasio, magnesio, hierro y por último el zinc. estos valores son calculados en base a 100 g de porción.

Cuadro N°7. Resultados comparativos de yema de huevo de gallina de granja y yema de huevo gallina criolla.

	mg Calcio	mg GCriolla	mg Potasio	mg GCriolla	mg Magnesio	mg GCriolla	mg Zinc	mg GCriolla	mg Hierro	mg GCriolla	mg Sodio	mg GCriolla
Vind	1994.70	1771.79	280.3155	524.9	122.33	89.18	6.11	4.6	66.18	48.35	640.76	1387.55
CT	2463.89		728.1451		138.43		8.31		68.96		1092.79	
GN	2664.49		636.1023		142.67		7.75		83.06		973.96	
MiGN	1747.82		597.0485		100.28		3.92		53.43		2134.17	
DC	1956.13		365.2091		96.77		6.46		48.81		640.76	
GOL	1663.69		647.6689		70.22		4.39		37.07		1642.83	

Fuente: Elaboración propia

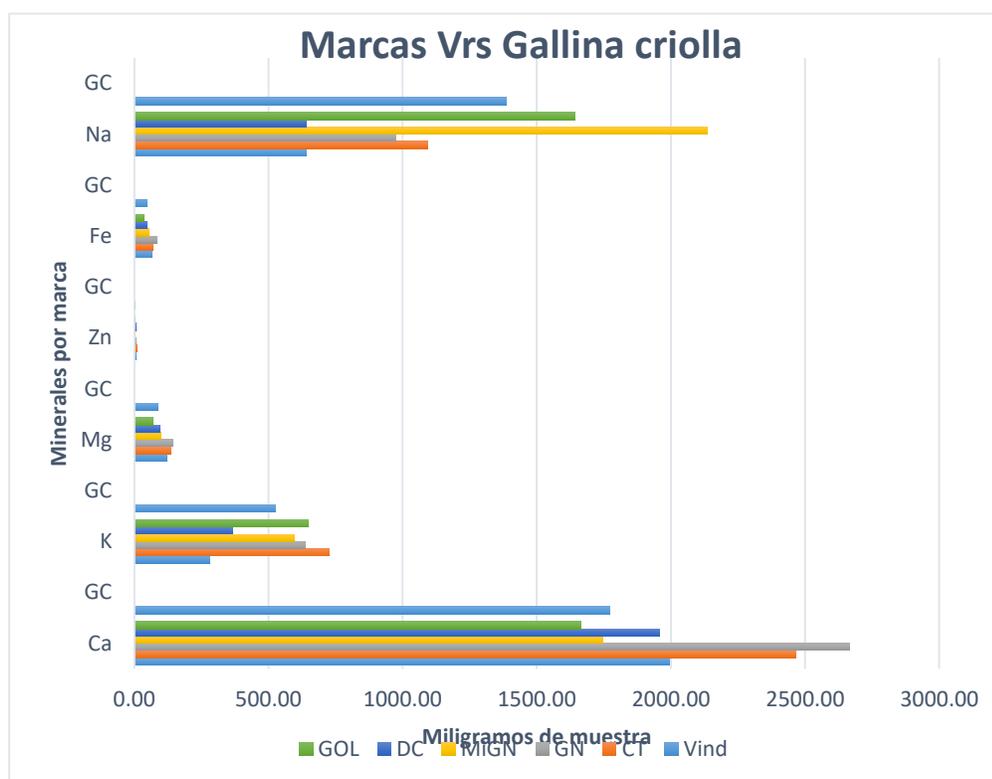


Figura N°10. Grafico Comparativo Marcas Vrs Gallina criolla

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°10 se presentan los valores experimentales de los minerales en estudio, en la cual podemos apreciar que el Calcio es el mineral más abundante en todas las marcas esto es en yema de granja, posteriormente potasio, magnesio, hierro y por último el zinc, mientras que en yema de gallina criolla el mineral más abundante es el sodio, estos valores son calculados en base a 100 g de porción.

5.1. Análisis resultado por cada nutriente y relación con la norma FAO

Cuadro N°8. Cuadro comparativo resultados promedio Calcio contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de Ca (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaría por día de Ca(mg)
Vinde.	1994.70	40	800	2500
CT	2463.89			
GN	2664.49			
MiGN	1747.82			
DC	1956.13			
GOL	1663.69			
GC	1771.79			

Fuente: Elaboración propia

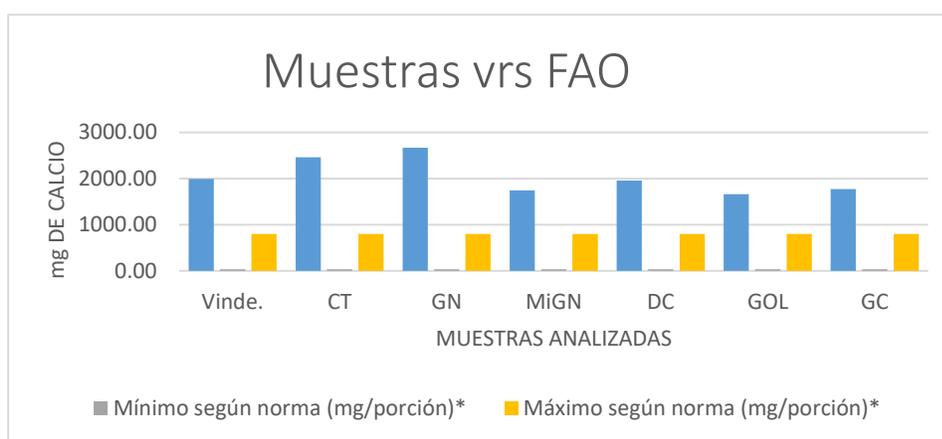


Figura N°11. Figura mg Calcio por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°11 se observa que los valores de Calcio obtenidos sobrepasan el valor máximo por porción permitido por la normativa FAO que es 800mg/porción, siendo el valor más alto el que corresponde a la marca El Granjero con 2664.49mg/porción.

Cuadro N°9. Cuadro comparativo resultados promedio Sodio contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de Na (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaria por día de Na(mg)
Vinde.	640.76	5	480	2300
CT	1092.79			
GN	973.96			
MiGN	2134.17			
DC	640.76			
GOL	1642.83			
GC	1387.55			

Fuente: Elaboración propia

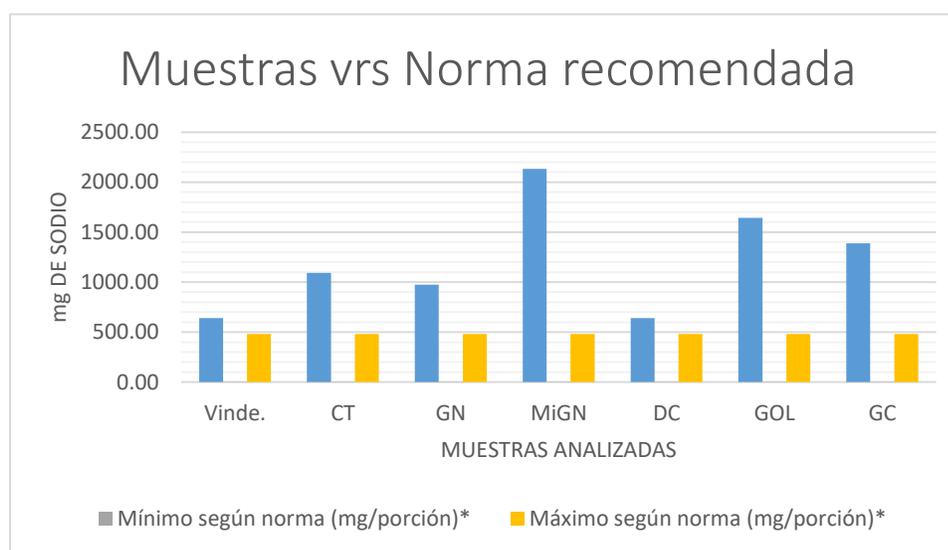


Figura N°12. Figura de mg Sodio por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°12 se observa que los valores de Sodio obtenidos sobrepasan el valor máximo por porción permitido por la normativa FAO que es 480mg/porción, siendo el valor más alto el que corresponde a la marca Mi Granjero con 2134.17mg/porción.

Cuadro N°10. Cuadro comparativo resultados promedio Magnesio contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de Mg (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaria por día de Mg(mg)
Vinde.	122.33	15	300	350
CT	138.43			
GN	142.67			
MiGN	100.28			
DC	96.77			
GOL	70.22			
GC	89.18			

Fuente: Elaboración propia

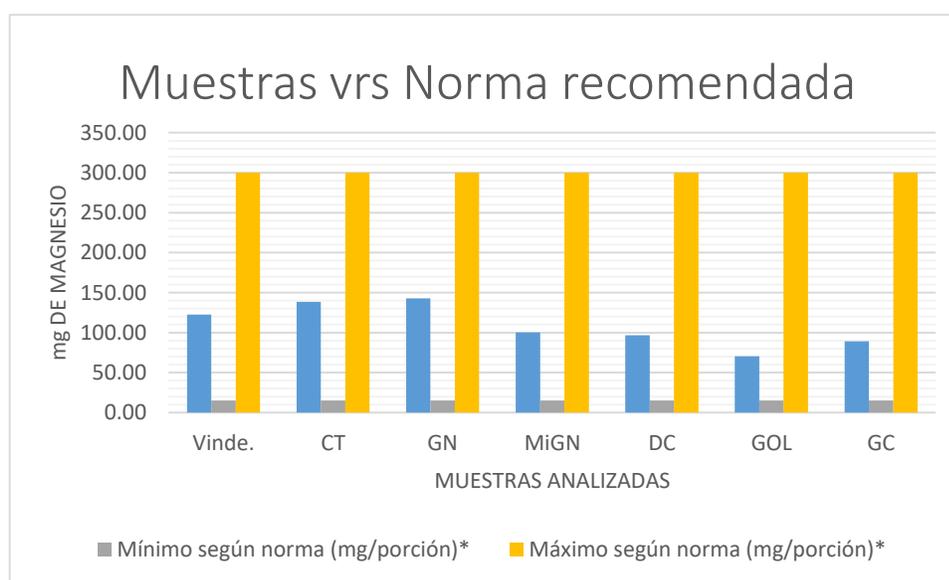


Figura N°13. Figura de mg Magnesio por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°13 se observa que los valores promedios obtenidos de Magnesio por porción, ningún valor se encuentra por encima del valor máximo permitido por la FAO que es 300mg/porción, siendo el valor menor el de la marca Goldex con 70.22mg/porción.

Cuadro N°11. Cuadro comparativo resultados promedio Potasio contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de K (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaría por día de K(mg)
Vinde.	280.32	400	4700	4700
CT	728.15			
GN	636.10			
MiGN	597.05			
DC	365.21			
GOL	647.67			
GC	524.90			

Fuente: Elaboración propia

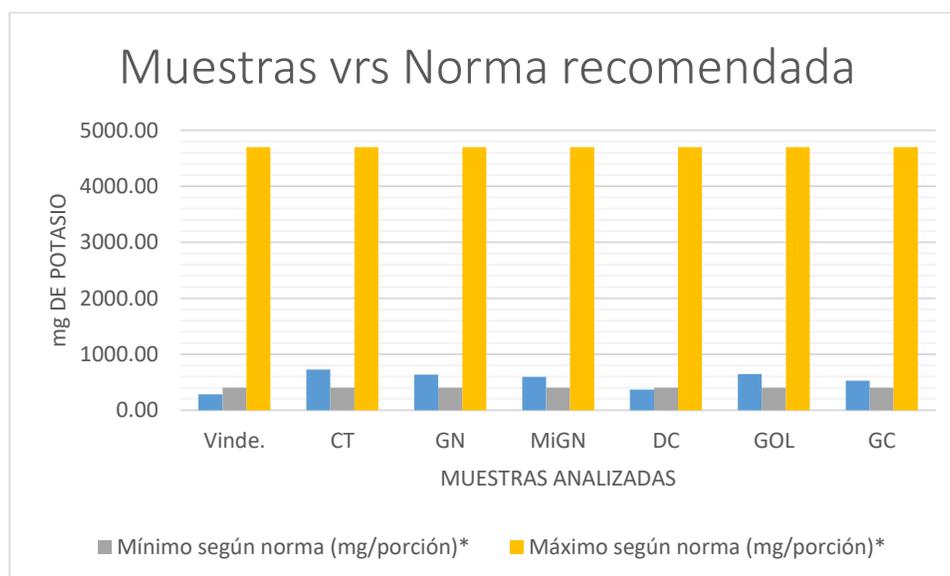


Figura N°14. Figura de mg Potasio por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°14 se observa que los valores promedios obtenidos de Magnesio por porción, ningún valor se encuentra por encima del valor máximo permitido por la FAO que es 300mg/porción, sin embargo, se puede observar que los datos se encuentran por debajo o muy cercanos al valor mínimo que es de 400mg/porción, siendo el valor menor la venta independiente con 280.32mg/porción.

Cuadro N°12. Cuadro comparativo resultados promedio Hierro contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de Fe (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaria por día de Fe(mg)
Vinde.	66.18	8	45	45
CT	68.96			
GN	83.06			
MiGN	53.43			
DC	48.81			
GOL	37.07			
GC	48.35			

Fuente: Elaboración propia

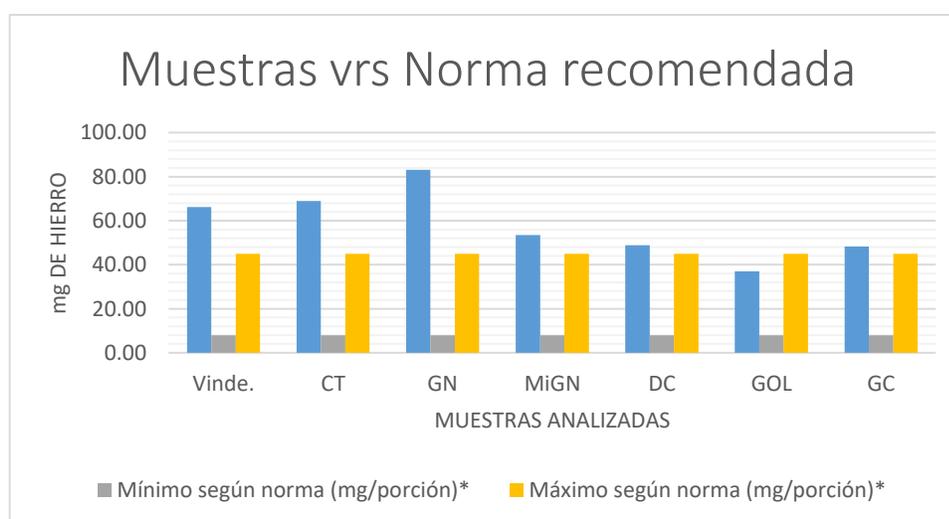


Figura N°15. Figura de mg Hierro por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°15 se observa que los valores de Hierro obtenidos sobrepasan el valor máximo por porción permitido por la normativa FAO que es 45mg/porción, siendo el valor más alto el que corresponde a la marca El Granjero con 83.06mg/porción.

Cuadro N°13. Cuadro comparativo resultados promedio Zinc contra normativa FAO

Muestras analizadas	Promedio de K (mg/porción)	Mínimo según norma (mg/porción)*	Máximo según norma (mg/porción)*	Recomendación dietaria por día de Ca(Zn)
Vinde.	6.11	8	30	30
CT	8.31			
GN	7.75			
MiGN	3.92			
DC	6.46			
GOL	4.39			
GC	4.60			

Fuente: Elaboración Propia

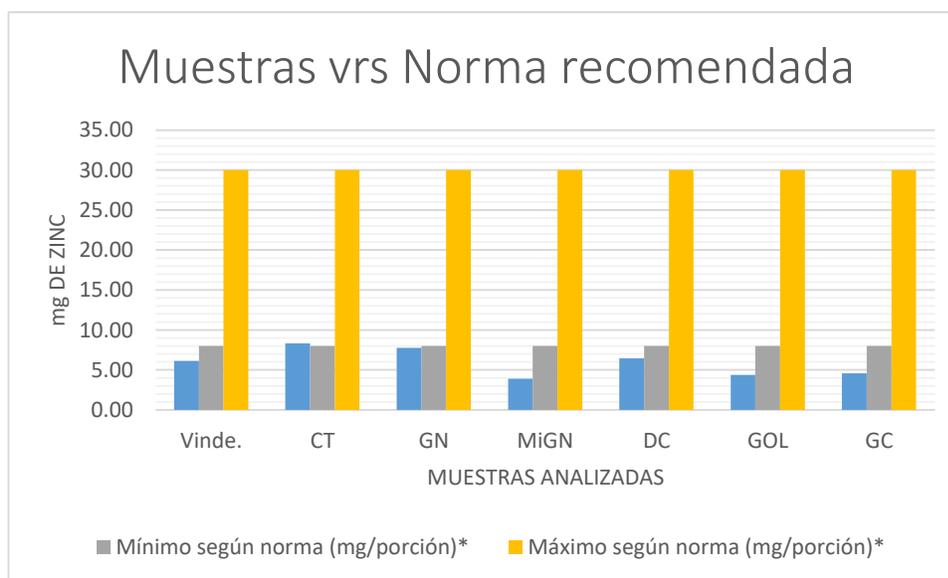


Figura N°16. Figura de mg Zinc por variedad vrs Norma FAO

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°16 se observa que los valores promedios obtenidos de Zinc por porción, ningún valor se encuentra por encima del valor máximo permitido por la FAO que es 30mg/porción, siendo el valor menor el de la marca Mi granjero con 3.92mg/porción.

1.2 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico para cada mineral se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Variable dependiente: Mineral en Estudio (Sodio, Potasio, Magnesio, Zinc, Hierro, Calcio)
- Variable Independiente o factor: Marca - Número de muestras: (Corresponde a cada uno de los 6 minerales, cuantificados por triplicado)
 - Número de niveles: 6 (De acuerdo a cada una de las marcas en estudio catalana, mi granjita, Goldex, El granjero, Don Cristóbal, Venta independiente y gallina criolla).

Hipótesis nula: No existe diferencia en el contenido de micronutrientes entre cada una de las marcas de yemas de huevos de gallina de granja y gallina criolla.

Hipótesis Alternativa: Existe diferencia en el contenido de micronutrientes entre cada una de las marcas de yemas de huevos de gallina de granja y gallina criolla.

Cuadro N°14 Resultado Anova Para Calcio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	Valor crítico para F
Entre grupos	10761685.41	10761685.41	147.14	4.2868E-08	4.747
Dentro de los grupos	877628.0317	73135.66931			
Total	11639313.44				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°14 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Calcio. Dado que el valor P de la prueba F es menor de 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de CALCIO de un nivel de MARCA y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro N°15 Resultado Anova Para Potasio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	F crítico
Entre grupos	306478.426	306478.426	23.321	0.0004 1	4.74
Dentro de los grupos	157696.369	13141.3641			
Total	464174.795				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°15 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Potasio. Dado que el valor P de la prueba F es menor de 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de POTASIO de un nivel de marca y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro N°16 Resultado Anova Para Magnesio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	F critico
Entre grupos	31576.101	31576.101	93.0274 647	5.2845E -07	4.74722 535
Dentro de los grupos	4073.13274	339.427729			
Total	35649.2338				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°16 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Magnesio. Dado que el valor P de la prueba F es menor de 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de MAGNESIO de un nivel de marca y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro N°17 Resultado Anova Para Zinc

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	Valor crítico para F
Entre grupos	3.53006429	3.53006429	2.424	0.145405	4.7472253
Dentro de los grupos	17.4705714	1.45588095			
Total	21.0006357				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°17 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Zinc. Dado que el valor P de la prueba F es mayor de 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de ZINC de un nivel de marca y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro N°18 Resultado Anova Para Hierro

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	F crítico
Entre grupos	9668.9376	9668.9376	79.9326 211	1.1841E -06	4.74722 535
Dentro de los grupos	1451.5632	120.9636			
Total	11120.5008				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°18 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Hierro. Dado que el valor P de la prueba F es menor de 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de HIERRO de un nivel de marca y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

Cuadro N°19 Resultado Anova para Sodio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	P	F crítico
Entre grupos	4090849.97	4090849.97	27.4213 915	0.000 208	4.74722 535
Dentro de los grupos	1790215.49	149184.624			
Total	5881065.45				

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°19 se muestra el resultado del análisis estadístico Anova para Sodio. Dado que el valor P de la prueba F es menor de 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el promedio de un nivel SODIO de marca y otro, a un nivel de confianza del 95,0%.

De acuerdo a los resultados obtenidos se cumple la hipótesis alternativa, que establece que existe una diferencia en el contenido de micronutrientes entre cada una de las 6 marcas de huevos de gallina de granja y gallina criolla.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al cuadro comparativo de yema de huevo de gallina de granja y yema de huevo de gallina criolla los niveles de micronutrientes son similares, por lo tanto, representan un aporte significativo de estos en los dos tipos de yema de huevo, y cumplen las recomendaciones de la FAO, por lo tanto, ambas se pueden incluir en una dieta balanceada.
2. Un huevo estándar pesa 58g de los que el 31% es yema, con base a la porción calculada equivalente a 100g, al consumir 3 yemas de huevo de cualquier tipo de gallina se logra obtener los niveles recomendados por porción descritas por la FAO y así aportar los minerales necesarios para nuestro organismo.
3. En todas las muestras los niveles de Sodio cuantificados están dentro de los valores límite establecidos y recomendados por la FAO, que son 2300mg/d, pero sobrepasan los valores límites establecidos por porción que van de 8mg/porción a 480mg/porción; por lo tanto, la yema de gallina de granja y gallina criolla aporta buenas cantidades de dicho mineral.
4. En la cuantificación de calcio los límites según la normativa FAO por porción va de 40mg/porción a 800mg/porción y se obtuvo que todas marcas analizadas sobrepasan los valores establecidos. Por lo que podemos decir que estas representan un aporte significativo de Calcio lo que no podría conducir a enfermedades relacionadas con enfermedades cardiovasculares.
5. En los resultados obtenidos en el análisis con respecto al Magnesio todas las marcas, incluyendo la yema de huevo criollo se encuentran por debajo del valor máximo recomendado por la FAO que es 300mg/porción, por lo tanto, brindan un aporte significativo de Magnesio.
6. Para el análisis de Hierro los valores recomendados por la FAO son de 8mg/porción a 45mg/porción, por lo tanto, se puede observar que se encuentran dentro del límite máximo establecido, asumiendo que si se

consumen 3 yemas al día cumple con la recomendación dietaria por día.

7. Con respecto al análisis de Potasio, la recomendación según la FAO es de 4700mg/día, por lo tanto, se puede observar que todas las marcas incluyendo venta independiente y huevo criollo se encuentran dentro de los valores establecidos por lo tanto cumplen con la recomendación dietaria por porción
8. Según las recomendaciones permitidas por la FAO para Zinc el valor máximo es de 30mg/día. De las muestras analizadas todas se encuentran dentro de los valores establecidos por lo tanto cumple con la recomendación dietaria por día.
9. Según el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas en el contenido de micronutrientes entre cada una de las muestras analizadas, es decir que cada una varía en la cantidad de micronutrientes que poseen, y todas cumplen con la normativa FAO, por lo que el consumo en exceso podría representar un riesgo a la salud sin embargo cada una de las muestras son ricas en minerales, las cuales se pueden consumir y ser beneficiosos en una dieta balanceada.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0. RECOMENDACIONES

1. A las autoridades correspondientes que incluyan los valores de la cuantificación de minerales en yema de huevo por el método de absorción atómica de todas las marcas que se comercializan en el país, ya sea de gallina de granja y gallina criolla, en la Norma Salvadoreña Recomendada (NSR 67.00.251:99) "CODIGO DE PRACTICAS DE HIGIENE PARA PRODUCTOS DE HUEVO", tomando como base los valores presentados en esta investigación.
2. Realizar un análisis de los micronutrientes adicionados en los concentrados para aves que se comercializan, y así poder establecer una comparación dentro de lo rotulado y lo consumido por el ave.
3. A las autoridades de la Facultad, realizar las gestiones correspondientes para la adquisición de equipo de Absorción Atómica con Horno de grafito, para realizar este tipo de análisis y así poder brindar los recursos necesarios, para el desarrollo de trabajos de grado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Belitz h., Huevos. Química de los alimentos, 2° ed. Zaragoza. España: Editorial Acribia, 2005.
2. Brown, j. Nutrición en las diferentes etapas de la vida, 3° ed., México, McGraw Hill educación, 2017.
3. Compal. El Salvador, sector avícola. estudio sectorial de competencia, pág, 41-42, 2007.
4. Garcés, p. g, El huevo como alimento y sus componentes. 2016
5. Don francesco; R., Ippolito; C., Lo Noce; L., Palmieri, et al., Exceso dietario de sodio y consumo inadecuado de potasio en Italia: Resultados del MINISAL. Italia. 2016
6. Hernández, Espectroscopia de absorción atómica y fotometría de llama. México: Cengage learning, 2016.
7. Humberto, Análisis de la situación alimentaria en El Salvador. Panamá, 5° edición, 2012.
8. J. d.oller Skoog. Principios de análisis instrumental, 6° Ed. México, Cengage learning, 2008.
9. Menchu, m. t. Incap. Análisis de la situación alimentaria en El Salvador, Pág. 50, 2011.
10. Industria avícola, 2006 y entrevista al director ejecutivo de egg y de el granjero señor José Alberto Gonzales.
11. Análisis del contenido de micronutrientes por el Método Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama, (Método AOAC 985.35).
12. Departamento de Salud y Servicios Humanos USA. Valor Diario y Porcentaje de Valor Diario: cambios en las nuevas etiquetas de información nutricional y complementaria. (internet). Fda.gov. Administración de Alimentos y Medicamentos, FDA, Estados Unidos, marzo 2020, (citado el 12 de julio 2022). Disponible en: <http://www.fda.gov/media/137914/download>.
13. Hernández, Manuel, Recomendaciones nutricionales para el ser humano. Editor. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos Investigación Biomed. 2004
14. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014, agosto 12). <http://www.fao.org/home/es/>.
15. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología. (CONACYT), Norma Salvadoreña Recomendada NSR 67.00.251:99 Código de Practica

Para la Higiene del Huevo. Acuerdo N°836. (internet). San Salvador, El Salvador: Editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Primera edición, (citado 10 de junio 2023).

ANEXOS

ANEXO N°1

Mapa de ubicación del supermercado en el municipio de Armenia Sonsonate.

Despensa Familiar

-Armenia, primera calle poniente

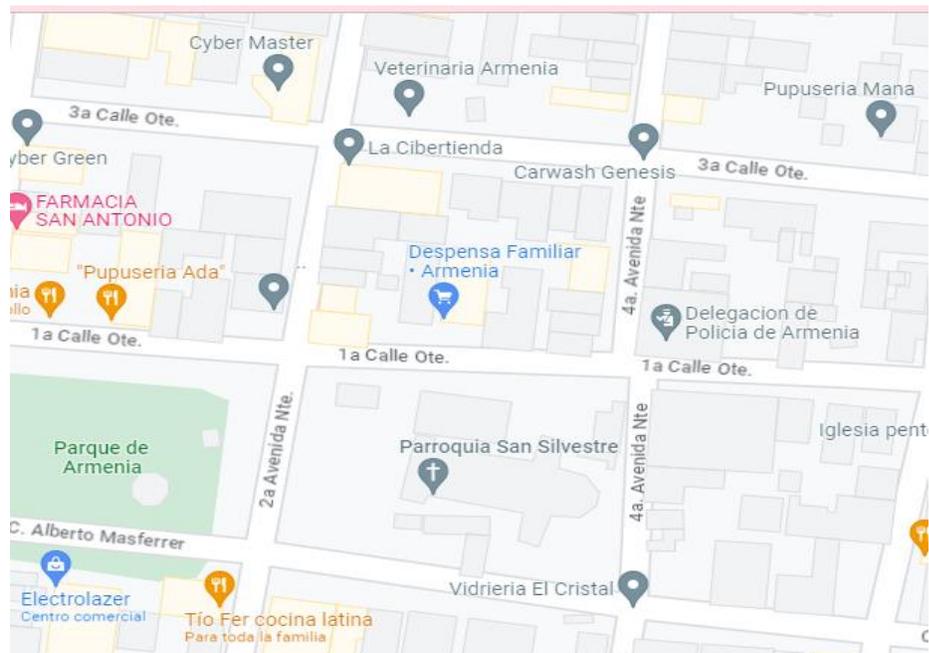


Figura N°22 Mapa ubicación de Supermercado, Armenia

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2
LISTADO DE MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Materiales

- Pipetas de Mohr.
- Tubos de policarbonato neutro de 15mL de plástico de tapa azul.
- Balones volumétricos de 25mL,50mL y 100 mL.
- Erlenmeyer de 50,100 y 250 mL.
- Agitadores

Reactivos

- Ácido nítrico concentrado
- Ácido clorhídrico concentrado
- Peróxido de hidrogeno al 30%.
- Solución estándar de Potasio 1000 ug/mL
- Solución estándar de Calcio 1000 ug/mL
- Solución estándar de Magnesio 1000 ug/mL
- Solución estándar de Sodio 1000 ug/mL
- Solución estándar de Cinc 1000 ug/mL
- Solución estándar de Fósforo 1000 ug/mL

Equipos

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito
- Balanza Analítica
- Hot plate

REACTIVOS

Solución de Ácido Nítrico 1:1:

Para Preparar 500 mL de Ácido Nítrico 1:1

- Medir 250 mL de Agua Desmineralizada en una probeta
- Medir 250 mL de Ácido Nítrico Concentrado en una probeta
- Mezclar vertiendo primero el agua desmineralizada y luego el ácido nítrico hasta que se incorporen por completo.

Solución de cloruro de lantano (LaCl₃, 1% p/v):

- Pesar 11,7 g (+/- 100mg) de LaCl₃.
- 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.

Solución de nitrato de magnesio al 50% p/v

- Pesar 500.0g de Mg(NO₃)₂.
- Disolver los 500.0g de Mg(NO₃)₂ en 500 mL de agua desmineralizada
- Aforar a volumen de 1000 ml con agua desmineralizada y agitar hasta homogenizar completamente.

Solución de Ácido Clorhídrico 1:4

Para Preparar 500 mL de Ácido Clorhídrico 1:4:

- Medir 100 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 100 mL de
- Ácido Clorhídrico Concentrado.
- Aforar a volumen de 500 mL con agua desmineralizada.

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.

ANEXO N° 3
PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES

Preparación de Reactivos

Solución estándar de Na

- A partir de la solución madre de Sodio (1000 ppm), preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock preparada anteriormente, hacer las diluciones 0.05, 0.1, 0.50 y 1.0 ppm Na.

Solución estándar de K

- A partir de la solución madre de Potasio (1000 ppm K), preparar una solución stock de 20.0 ppm.
- A partir de la solución stock preparada anteriormente, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.10, 0.25, 0.50 y 1.0 ppm de K.

Solución estándar de Mg

- 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 preparada anteriormente, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.10, 0.25, 0.5 y 1.0 ppm Mg.

Solución estándar de Zn

- 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 preparada anteriormente, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.05, 0.10, 0.50 y 1.0 ppm de Zn. Usando agua destilada para las soluciones.

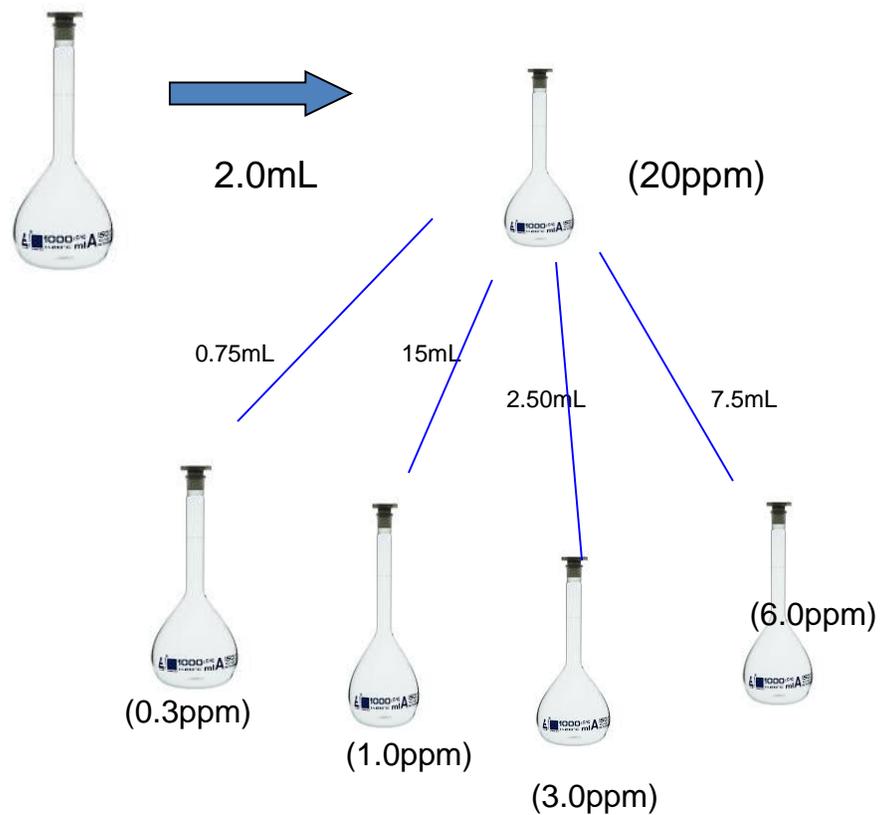
Soluciones estándares de Ca

- 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 preparada anteriormente, hacer las diluciones necesarias para obtener soluciones estándar de 0.3, 1.0, 3.0 y 6.0 ppm de Ca, llevar a volumen utilizando agua destilada.

PREPARACION DE ESTANDARES

(Ca, Na, K, P, Mg, y Zn)

Solución de 1000 ppm



Fuente: Elaboración propia

Nota: las diluciones de los demás estándares se realizarán de la misma manera, cumpliendo con las concentraciones de la solución stock de los diferentes minerales.

ANEXO N°4
CALCULO PARA PRESENTACION DE DATOS

Cuadro N°20 Tabulación datos para Granjero

MARCA	CODIGO DE MX	PESO DE MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg/100g
GRANJERO	GN-K-01	5.0340	37.65	32.01	636.10
	GN-K-02	5.0556	33.14		
	GN-K-03	5.0086	25.25		
	GN-Ca-01	5.0340	150.05	134.10	2664.49
	GN-Ca-02	5.0556	129.54		
	GN-Ca-03	5.0086	122.7		
	GN-Mg-01	5.0340	7.91	7.18	142.67
	GN-Mg-02	5.0556	5.47		
	GN-Mg-03	5.0086	8.16		
	GN-Zn-01	5.0340	0.5	0.39	7.75
	GN-Zn-02	5.0556	0.34		
	GN-Zn-03	5.0086	0.33		
	GN-Fe-01	5.0340	5.25	4.18	83.06
	GN-Fe-02	5.0556	3.2		
	GN-Fe-03	5.0086	4.09		
	GN-Na-01	5.0340	38.42	49.02	973.96
	GN-Na-02	5.0556	55.76		
	GN-Na-03	5.0086	52.87		

Fuente: Elaboración propia

CALCULO PARA ENCONTRAR mg en 100g DE LA MUESTRA (Porción)

$$mg/100g = \left(\frac{ppm(promedio)}{kgdemx} \right) / 10$$

Ejemplo para determinar mg/100g de potasio(K)

$$mg/100g = \left(\frac{32.01mg/Kg}{0.0050Kg} \right) / 10$$

$$\frac{mg}{100g} = 636.10$$

Cuadro N°21 Tabulación datos para don Cristóbal

MARCA	CODIGO MX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg/100g
Don Cristóbal	DC-K-01	5.0159	13.79	18.38	365.21
	DC-K-02	5.0170	13.28		
	DC-K-03	5.0180	28.07		
	DC-Ca-01	5.0159	102.19	98.45	1956.13
	DC-Ca-02	5.0170	56.77		
	DC-Ca-03	5.0180	136.38		
	DC-Mg-01	5.0159	5.3	4.87	96.77
	DC-Mg-02	5.0170	2.7		
	DC-Mg-03	5.0180	6.61		
	DC-Zn-01	5.0159	0.22	0.33	6.46
	DC-Zn-02	5.0170	<0.05		
	DC-Zn-03	5.0180	0.43		
	DC-Fe-01	5.0159	2.25	2.46	48.81
	DC-Fe-02	5.0170	1.15		
	DC-Fe-03	5.0180	3.97		
	DC-Na-01	5.0159	82.65	65.45	1300.55
	DC-Na-02	5.0170	66.6		
	DC-Na-03	5.0180	47.11		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°22 Tabulación datos para goldex

MARCA	CODIGO MX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg
GOLDEX	GOL-K-01	5.0007	54.93	32.49	647.67
	GOL-K-02	5.0020	17.08		
	GOL-K-03	5.0062	25.47		
	GOL-Ca-01	5.0007	99.26	83.47	1663.69
	GOL-Ca-02	5.0020	92.91		
	GOL-Ca-03	5.0062	58.23		
	GOL-Mg-01	5.0007	3.87	3.51	70.22
	GOL-Mg-02	5.0020	4.05		
	GOL-Mg-03	5.0062	2.62		
	GOL-Zn-01	5.0007	0.22	0.22	4.39
	GOL-Zn-02	5.0020	0.22		
	GOL-Zn-03	5.0062	<0.05		
	GOL-Fe-01	5.0007	1.68	1.86	37.07
	GOL-Fe-02	5.0020	3.02		
	GOL-Fe-03	5.0062	0.88		
	GOL-Na-01	5.0007	199.3	82.42	1642.83
	GOL-Na-02	5.0020	22.84		
	GOL-Na-03	5.0062	25.12		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°23 Tabulación datos para venta independiente

MARCA	CODIGO MX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg/100g
Vind	Vind-K-01	5.0228	11.6	14.06	280.32
	Vind-K-02	5.0041	18.11		
	Vind-K-03	5.0089	12.48		
	Vind-Ca-01	5.0228	93.4	100.07	1994.70
	Vind-Ca-02	5.0041	117.33		
	Vind-Ca-03	5.0089	89.49		
	Vind-Mg-01	5.0228	5.58	6.12	122.33
	Vind-Mg-02	5.0041	5.77		
	Vind-Mg-03	5.0089	7.01		
	Vind-Zn-01	5.0228	0.28	0.31	6.11
	Vind-Zn-02	5.0041	0.3		
	Vind-Zn-03	5.0089	0.34		
	Vind-Fe-01	5.0228	3.19	3.32	66.18
	Vind-Fe-02	5.0041	3.17		
	Vind-Fe-03	5.0089	3.6		
	Vind-Na-01	5.0228	20.5	32.15	640.76
	Vind-Na-02	5.0041	61.31		
	Vind-Na-03	5.0089	14.63		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°24 Tabulación datos para catalana

MARCA	CODIGO DE MX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg/100g
CATALANA	CT-K-01	5.0136	55.21	36.68	728.15
	CT-K-02	5.0800	37.65		
	CT-K-03	5.0174	17.17		
	CT-Ca-01	5.0136	117.82	123.40	2463.89
	CT-Ca-02	5.0800	125.63		
	CT-Ca-03	5.0174	126.75		
	CT-Mg-01	5.0136	7.65	6.97	138.43
	CT-Mg-02	5.0800	7.82		
	CT-Mg-03	5.0174	5.43		
	CT-Zn-01	5.0136	0.47	0.42	8.31
	CT-Zn-02	5.0800	0.42		
	CT-Zn-03	5.0174	0.36		
	CT-Fe-01	5.0136	3.54	3.45	68.96
	CT-Fe-02	5.0800	3.69		
	CT-Fe-03	5.0174	3.12		
	CT-Na-01	5.0136	78.9	54.77	1092.79
	CT-Na-02	5.0800	43.14		
	CT-Na-03	5.0174	42.27		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°25 Tabulación datos para mi granjero

MARCA	CODIGO MX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	PROMEDIO	CANTIDAD mg
Mi Granjero	MiGN-K-01	5.0134	51.36	30.07	597.05
	MiGN-K-02	5.0020	1.58		
	MiGN-K-03	5.0096	37.28		
	MiGN-Ca-01	5.0134	89	87.54	1747.82
	MiGN-Ca-02	5.0020	96.33		
	MiGN-Ca-03	5.0096	77.28		
	MiGN-Mg-01	5.0134	4.35	5.05	100.28
	MiGN-Mg-02	5.0020	4.94		
	MiGN-Mg-03	5.0096	5.85		
	MiGN-Zn-01	5.0134	0.13	0.20	3.92
	MiGN-Zn-02	5.0020	0.33		
	MiGN-Zn-03	5.0096	0.13		
	MiGN-Fe-01	5.0134	2.24	2.67	53.43
	MiGN-Fe-02	5.0020	3.11		
	MiGN-Fe-03	5.0096	2.67		
	MiGN-Na-01	5.0134	241.84	106.96	2134.17
	MiGN-Na-02	5.0020	56.55		
	MiGN-Na-03	5.0096	22.5		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°26 Resultados minerales para gallina criolla

	CODIGOMX	PESO MX	RESULTADO(ppm)	Promedio	CANTIDAD mg
GALLINA CRIOLLA	GC-K-01	5.0038	27.96	26.27	524.90
	GC-K-02	5.0017	13.23		
	GC-K-03	5.0087	37.62		
	GC-Ca-01	5.0038	72.88	88.67	1771.79
	GC-Ca-02	5.0017	112.93		
	GC-Ca-03	5.0087	80.21		
	GC-Mg-01	5.0038	3.7	4.46	89.18
	GC-Mg-02	5.0017	5.08		
	GC-Mg-03	5.0087	4.61		
	GC-Zn-01	5.0038	0.16	0.23	4.60
	GC-Zn-02	5.0017	0.25		
	GC-Zn-03	5.0087	0.28		
	GC-Fe-01	5.0038	1.73	2.42	48.35
	GC-Fe-02	5.0017	2.96		
	GC-Fe-03	5.0087	2.57		
	GC-Na-01	5.0038	56.69	69.44	1387.55
	GC-Na-02	5.0017	71.98		
	GC-Na-03	5.0087	79.66		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°5
FOTOS DE ANALISIS



Figura N°17. Muestras de Huevos para el análisis

Fuente: Elaboración propia



Figura N°18. Preparación de las muestras

Fuente: Elaboración propia



Figura N°19. Pesado y calcinado de las muestras

Fuente: Elaboración propia



Figura N°20. Evaporación de ácido clorhídrico

Fuente: Elaboración propia



Figura N°21 Filtración y preparación de muestras para lecturas

Fuente: Elaboración propia