

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“ Análisis Estadístico al Contenido de Metales en  
Quesos Frescos de la Costa Ecuatoriana”

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la Obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Andrea Maricela Alejandro Rosales

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2014

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser luz, guía y fortaleza en este camino.

A mi papito Dr. Diego Alejandro pilar fundamental en mi vida, mi ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional, y sobre todo por su amor.

A mi mamita Margarita Rosales por ser mi amiga, por sus cuidados y oraciones.

A mi director de tesis Dr. Piercosimo Tripaldi por la confianza, conocimientos, experiencias en este tiempo.

A mi prima MSc. María Fernanda Rosales por el apoyo recibido.

A mis compañeros de: ESPOL y UDA.

## DEDICATORIA

A mi prima Vanessa: me enseñaste a luchar hasta el final he aquí lo que un día prometí estrella de abril.

A mis papis: Diego y Margarita dos ángeles en mi vida, por la educación y amor que he recibido de ellos.

A mis abuelitos: Rómulo e Isabel por estar siempre en sus oraciones.

A mis tíos: Pedro e Isabel por sus cuidados y ayuda sin medida.

A mis hermanos: Karina, Diego, Gabriela, Andrés y sobrinas. "Nadie dijo que fuera fácil pero tampoco imposible" los quiero hermanos.

A mis primos: si se puede "Primasos".

A Jonathan: por la paciencia y el cariño.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Dr. Piercosimo Tripaldi C.  
DIRECTOR

---

Ing. Sofía López I.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Andrea Maricela Alejandro Rosales

## RESUMEN

En este proyecto de graduación denominado “Aplicación de Análisis Estadístico al contenido de metales en quesos frescos de las Costa Ecuatoriana” se tomó muestras de quesos frescos de las seis provincias de la Costa Ecuatoriana: Esmeraldas, Manabí, El Oro, Los Ríos, Guayas y Santa Elena; elaborados de manera casera, expedidos al aire libre, sin la obtención de un registro sanitario, se llevó las muestras a calcinación y sobre el residuo en ácido clorhídrico se determinó los metales: Calcio, Sodio, Magnesio, Potasio y Hierro por el equipo de Absorción atómica el cual es un método de espectrofotometría y los metales: Zinc, Cadmio, Plomo y Cobre por el equipo de Anodic-Stripping-Voltammetry el cual un método electroquímico. Los dos métodos utilizados para detectar trazas de metales.

Las concentraciones de los nueve metales detectados en las muestras de quesos frescos son a nivel de ppm (partes por millón), se realizó una tabla de datos con las concentraciones de los metales; de manera horizontal los nueve metales a nivel de ppm y verticalmente las muestras enumeradas por lugares, a los resultados obtenidos se aplicó un análisis cluster formando cinco grupos de cluster y se los agrupó por la similitud de concentraciones de metales que hay entre las muestras.

El grupo del cluster cinco obtuvo el mayor número de muestras con un 53 % cuyas muestras fueron obtenidas de: Bahía de Caraquez, Chone, Milagro, Nobol, Machala, Palenque, San Isidro, Km 57, Cerecita, Dos Mangas, Quininde, Daule, La T, Río Chico, Vinces y Paján.

Una vez elaborado el cluster se determinó los centroides de cada grupo de cluster por metales; se realizó una discusión acerca de los mismos y se observó que los metales pesados en cada cluster sobre pasan el límite permitido según las normas de la Unión Europea, el Codex Stan, la Norma oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994 y la Legislación Mercosur.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	1
ÍNDICE GENERAL.....	3
ABREVIATURAS.....	6
SIMBOLOGÍA.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. GENERALIDADES.....	16
1.1 Objetivo general.....	16
1.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Metodología de investigación.....	17
1.3.1 Recolección de la muestra.....	17
1.3.2 Tratamiento de la muestra.....	20
1.3.3 Determinación de Ca, Na, Mg, K, Fe por Absorción Atómica.....	24

1.3.4	Determinación de Zn, Cd, Pb, Cu, por voltametría (Anodic-Stripping-Voltammetry).....	28
1.3.5	Construcción de la base de datos de los contenidos de metales en los diferentes muestras de quesos.....	36
1.3.6	Escalado de los datos.....	37
1.3.7	Aplicación de Métodos de Clúster análisis en la base de datos escalada.....	38
1.3.8	Determinación de los centroides de los clúster e interpretación de los mismos.....	41
1.3.9	Diagrama de flujo.....	42

## **CAPÍTULO 2**

2.	RESULTADOS.....	43
2.1	Tabla de concentraciones.....	43
2.2	Resultados de la aplicación del análisis clúster.....	46
2.3	Diagrama de los centroides de los clúster.....	54
2.4	Interpretación del diagrama de los centroides.....	56

## **CAPÍTULO 3**

3.	DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	60
----	--	----

3.1	Discusión acerca de las características de cada clúster.....	60
3.2	Conclusiones.....	63
3.3	Recomendaciones.....	65

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

Km	Kilómetro
ml	Mililitros
et al.	Y otros
ppm	Partes por millón
ppb	Parte por billón
µg/l	Microgramos sobre litros
µl	Microlitros
µA	Microamperios
mEq	Miliequivalente
AOAC	Métodos oficiales de análisis de la AOAC International
R <sup>2</sup>	Coefficiente de correlación
CA	Concentración del analito
A	Alto
MA	Medio alto
B	Bajo
FAO	Food and Agriculture Organization
OMS	Organización Mundial de la Salud
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana

## SIMBOLOGÍA

M	Muestras
°C	Grados Celsius
HCl	Acido Clorhídrico
Zn	Zinc
Cu	Cobre
Pb	Plomo
Cd	Cadmio
Mg	Magnesio
Fe	Hierro
K	Potasio
Na	Sodio
Ca	Calcio
E	Potencial
V	Voltios
%	Porcentaje

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1</b>	Distribución de las muestras por provincias.....	21
<b>FIGURA 1.2</b>	Diagrama de flujo del pre tratamiento de la muestra.....	23
<b>FIGURA 1.3</b>	Cenizas de muestras.....	24
<b>FIGURA 1.4</b>	Diluciones de las muestras.....	25
<b>FIGURA 1.5</b>	Equipo de Absorción- Emisión Atómica.....	26
<b>FIGURA 1.6</b>	Proceso de atomización de la llama.....	27
<b>FIGURA 1.7</b>	Curva de calibración del Calcio.....	29
<b>FIGURA 1.8</b>	Equipo Polarografía.....	31
<b>FIGURA 1.9</b>	Ciclo de los voltaje para la voltimetría.....	33
<b>FIGURA 1.10</b>	Voltamograma.....	34
<b>FIGURA 1.11</b>	Reporte del análisis.....	36
<b>FIGURA 1.12</b>	Dendograma.....	42
<b>FIGURA 1.13</b>	Diagrama de flujo del proceso.....	45
<b>FIGURA 2.1</b>	Primer Dendograma del clúster.....	50
<b>FIGURA 2.2</b>	Segundo dendograma del clúster.....	51
<b>FIGURA 2.3</b>	Distribución del clúster de los quesos por grupo.....	52
<b>FIGURA 2.4</b>	Distribución del clúster de los quesos de la provincia de Esmeraldas.....	54
<b>FIGURA 2.5</b>	Distribución del Clúster de los quesos de la provincia de Manabí.....	55
<b>FIGURA 2.6</b>	Distribución del clúster de los quesos de la provincia del Guayas.....	56
<b>FIGURA 2.7</b>	Distribución del clúster de los quesos de la provincia de Los Ríos.....	57
<b>FIGURA 2.8</b>	Distribución del clúster de los quesos de la provincia de Santa Elena.....	57
<b>FIGURA 2.9</b>	Distribución del clúster de los quesos de la provincia de El Oro.....	58
<b>FIGURA 2.10</b>	Comportamiento entre los centroides de cada grupo.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b>	Concentraciones de metales en ppm.....	49
<b>TABLA 2</b>	Diagrama de los centroides de clúster en ppm.....	60
<b>TABLA 3</b>	Clasificación de centroides del clúster: alto, medio alto y bajo....	62

## INTRODUCCIÓN

El queso es un producto lácteo elaborado y consumido en el país, además uno de los principales productos agrícolas del mundo según la FAO, puede ser clasificado según su contenido de humedad y también por ser madurado y no madurado, el queso fresco no madurado es aquel que una vez elaborado está listo para su consumo y es mayormente consumido en la Costa Ecuatoriana.

El queso forma parte de la dieta cuyo valor nutritivo depende de la elaboración, materia prima y proceso de maduración (1), aportando 8 gramos por cada 100 gramos en caso de queso fresco (2). El exceso de este producto lácteo también puede causar riesgos a la salud, químicamente el producto puede estar contaminado por la presencia de metales ya sea desde la recolección de la leche, la zona de alimentación del ganado (agua, aire y suelo), así como la elaboración del mismo.

El metal ingresa al organismo por vía oral se absorbe en el estómago e intestino delgado donde se elimina por las heces o sigue su metabolismo hasta llegar al hígado; posteriormente pasa por los tejidos y llega al riñón donde se excreta por esta vía.

Entre los metales estudiados se tiene: Zinc, Plomo, Cadmio, Cobre considerados como peligrosos en la salud y Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Hierro que cumplen funciones importantes en el organismo y no son considerados como peligroso.

El plomo está presente en el ambiente, es tóxico para el organismo según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), los alimentos mas relevantes para su aportación en plomo son el pan y productos de panadería, te, agua del grifo, patatas, lácteos fermentados y cervezas (3).

La tasa de absorción del plomo por ingestión es de 5 – 15% en adultos, con una retención del 5% del plomo absorbido (4). La intoxicación aguda por el plomo es muy infrecuente y tiene lugar por ingestión de compuestos con dicho metal o inhalación de vapores. Los síntomas de la intoxicación aguda son: sequedad de la boca, sed y gusto metálico, nauseas, dolor abdominal y vómitos (5).

Al igual que el plomo, el cadmio está presente en el medio ambiente a través de industria y la agricultura pudiendo acumularse en plantas, animales, en el ser humano afecta al riñón y puede ser cancerígeno según el Centro Internacional de Investigadores sobre el Cáncer, la ingesta semanal tolerable es de 2,5 µg/kg según la EFSA (6).

Se puede encontrar en: pigmentos en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión, cauchos, lacas. Los síntomas por ingestión de cadmio son: náuseas, dolores abdominales y cefalea (7).

El cobre es un oligoelemento esencial se encuentra en el organismo en una concentración baja entre 50 y 80 miligramos inferiores a las concentraciones de hierro y zinc, se almacena en: hígado, tejidos musculares y en la sangre. El cobre interviene en la absorción de zinc principalmente en el desarrollo de los vasos sanguíneos, se acumula en: hígado, cornea, riñón y sistema nervioso (8). La exposición aguda por ingestión a sales solubles de cobre, como el sulfato, pueden producir necrosis hepática con resultado de la muerte, la exposición crónica del cobre por ingestión de alimentos conservados en recipientes de este metal se ha asociado a la aparición de lesiones hepáticas en niños (4).

En el caso de zinc es un mineral relacionado con la actividad de numerosas enzimas, interviene en el metabolismo de hidratos de carbono, proteínas y grasas (9). Las concentraciones más elevadas aparecen en el hígado, páncreas, riñones, huesos y músculos como también en ojos, espermatozoides, piel, pelo y uñas (10).

Otros metales que no son considerados como pesado se tiene: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Hierro. El contenido corporal de calcio es de 1.200 a 1.500 mg entre la fuentes dietéticas de calcio se encuentran la leche y los productos lácteos seguida de pescado, harinas integrales, frutos secos y legumbres, forma y mantiene a los huesos y dientes es esencial en numerosos procesos metabólicos que ocurren en todas las restantes células del organismo se excreta por vía renal y en el tracto gastrointestinal.

La ingestión de calcio en la dieta varía según la edad siendo la cantidad recomendada en la adolescencia de 1.000 mg/día que es cuando produce el máximo pico de crecimiento según el texto Calcio, Fósforo, Magnesio y Flúor. Metabolismo óseo y su regulación (11).

En el caso del Magnesio el contenido corporal es de 25 g en un adulto de ese total 65 a 70 % están en los huesos, regula el nivel del calcio por acción indirecta sobre las glándulas paratiroides, participa en la contracción muscular, secreciones de glándulas y transmisión de los impulsos nerviosos, la ingesta recomendada de magnesio en varones es 350 mg /día, en mujeres es de 300 mg / día y 150 mg / día para niños y durante el embarazo y lactancia es de 400 mg / día. Las fuentes magnesio son: frutos secos, harina de triguales, hortalizas y chocolate ayudando a los huesos, secreciones, contracción muscular y la activación enzimática (11).

El contenido total medio de potasio corporal es de 3500 mEq, siendo el catión más abundante del fluido intracelular las reservas de corporales potasio pueden variar en función del peso, la edad, el sexo y la masa muscular siempre es necesaria la existencia de un equilibrio entre las pérdidas y ganancias de potasio para garantizar una adecuada transmisión nerviosa, contracción muscular, contractilidad cardíaca, tonicidad intracelular, secreción de aldosterona, función renal, metabolismo de hidratos de carbono y síntesis proteica (12).

El sodio, el cuerpo humano necesita una pequeña cantidad de sodio para mantener el equilibrio de los fluidos del cuerpo, ayuda a tener en funcionamiento los órganos y músculos (13), la ingesta a gran cantidad de sodio está relacionado con la hipertensión, enfermedades cardiovasculares o los accidentes cardiovasculares el consumo supera los 2 gramos equivalente a 5 gramos de sal al día según la OMS (14).

El hierro es un micronutriente que forma parte de proteínas y enzimas actuando en procesos biológicos indispensable para el organismo humano, la deficiencia de hierro es la principal causa de anemia en niños, adolescentes y mujeres en edad fértil (15). La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, se excreta por los intestinos, la orina, el sudor o a través de la pérdida de cabello o células epiteliales superficiales (16).

En este país no existe una caracterización de quesos por contenido de metales es por esta razón que se tomó muestras de las 6 provincias de la Costa para comprobar si estos productos contienen metales mediante un estudio químico de absorción atómica y voltametría y luego interpretar los mismos a través de un análisis estadístico.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objetivo general

Determinar la concentración de algunos metales en los quesos frescos de la costa ecuatoriana mediante el método de Absorción atómica y Anodic-Stripping-Voltammetry.

### 1.2 Objetivos específicos

- Identificar la presencia de metales en quesos mediante los equipos de Absorción Atómica y Anodic-Stripping-Voltammetry.
- Agrupar en función de su concentración los metales que contienen las muestras mediante un análisis clúster.
- Interpretar los resultados mediante el análisis de clúster.

## **1.3 Metodología de investigación**

### **1.3.1 Recolección de la muestra**

El queso es el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche según la norma técnica ecuatoriana INEN 1528: 2012 (17).

En este país no existen datos estadísticos de la producción de queso, según el Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (SEAN), la región Sierra produce la mayor cantidad de leche, debido al número de ganado y a la zona pastosa para su alimentación; en cambio en la región Costa se produce en menor cantidad obteniendo la mayor producción en la costa ecuatoriana la provincia de Manabí (18).

Las muestras recolectadas para la investigación son quesos frescos no madurados, elaborados de manera casera sin la obtención de un registro sanitario y expedido al aire libre. Para la obtención de las muestras, se recolectaron aleatoriamente quesos de mercados, fincas, puestos de

venta al aire libre de las 6 provincias de la Costa Ecuatoriana, recolectando en un total de 50 muestras.

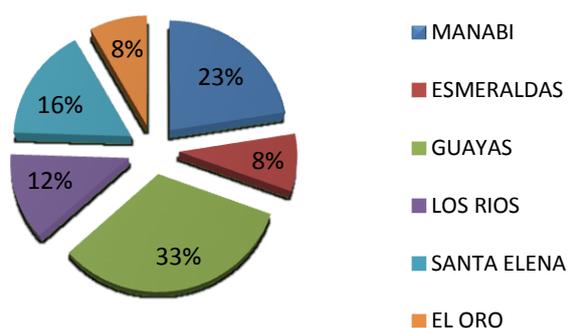
La distribución de lugares por provincias es:

- Guayas: (Chongón, Nobol, Daule, Salitre, La T, Milagro, Km 57, Cerecita, San Isidro)
- Manabí: (Santa Ana, Paján, Bahía de Caraquez, Chone, El Carmen)
- Los Ríos: (Vinces, Quevedo, Palenque)
- Santa Elena: (Dos Mangas, Olón, Rio Chico)
- Esmeraldas: (Quininde, La Unión)
- El Oro: (Machala, Chilla)

Las muestras se recolectaron de la siguiente manera: en el primer muestreo 8, en el segundo se obtuvieron 8 más, en el tercer muestreo se colectaron 18 y en el último muestreo se tomaron 16.

En la FIGURA 1.1 se observa la distribución de muestras por provincias: en la provincia del Guayas corresponde a 33% del total de muestras, de la Provincia de Manabí representan el 23%, de la Provincia de Santa Elena se obtuvo el 16%, de

la Provincia de Los Ríos se encuentran el 12% y las provincias de El Oro y Esmeraldas con 4 muestras con un 8%.



ELABORADO POR: ANDREA ALEJANDRO, 2014

**FIGURA 1.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS POR PROVINCIAS**

Luego de la recolección las muestras fueron empacadas en fundas herméticas ziploc y trasladadas al laboratorio de la Universidad del Azuay donde fueron refrigeradas a 7°C hasta el momento de tratarlas.

### **1.3.2 Tratamiento de la muestra**

Para la determinación de los metales, las muestras han sido sometidas a un pre tratamiento según el siguiente esquema de la FIGURA 1.2.

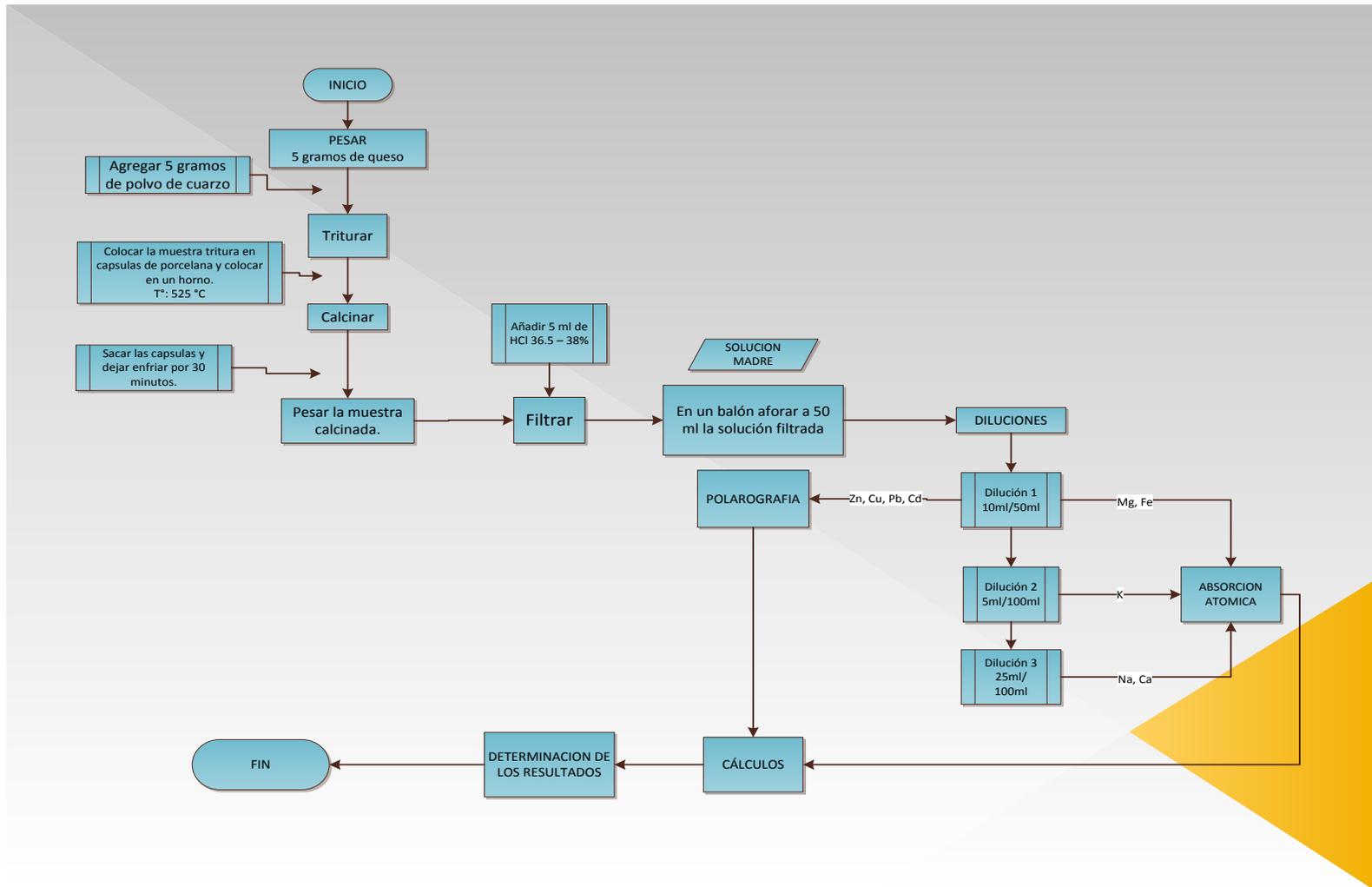


FIGURA 1. 2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRE TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

En una balanza semi micro analítica marca KERN (modelo ABT 100- 5M) se pesó 5 gramos de muestra y 5 gramos de polvo de cuarzo con aproximación de cinco cifras decimales.

Se mezcló con el polvo de cuarzo para evitar la formación de espuma en el secado y en la calcinación. Se realizó la mineralización por vía seca, calcinando las muestras en una mufla por 16 horas a 525°C (19).

Una vez calcinadas las muestras y cuando la temperatura baja a 100°C se pone en un desecador para completar su enfriamiento (FIGURA 1.3), se pesan en una balanza semi micro analítica, se pesan los crisoles con las cenizas obteniendo el peso final.



**FIGURA 1.3 CENIZAS DE MUESTRAS**

Por diferencia de peso se obtuvo el peso de la ceniza formada por óxidos metálicos presentes en los quesos. Luego se agregó a cada crisol 5 ml de HCl concentrado (36.5 – 38%) se filtró y lavo con agua bidestilada.

El filtrado se aforó a 50 ml (solución madre), en un matraz clase A previamente enjuagado con ácido nítrico al 10% y con abundante agua destilada. Se preparó una serie de soluciones diluidas a partir de la solución madre:

Dilución 1: 10 ml en 50 ml

Dilución 2: 5 ml en 100 ml

Dilución 3: 25 ml en 100 ml



**FIGURA 1.4 DILUCIONES DE LAS MUESTRAS**

Realizadas las diluciones (FIGURA 1.4) se procedió a determinar los metales Ca, Na, Mg, K, Fe en el equipo de Absorción Atómica y Zn, Cd, Pb, Cu en el equipo de voltametría.

### 1.3.3 Determinación de Ca, Na, Mg, K, Fe por Absorción Atómica

Para la determinación de Ca, Na, Mg, K, Fe por Absorción Atómica se utilizó el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica marca Perkin Elmer (modelo 3100) (FIGURA 1.5).

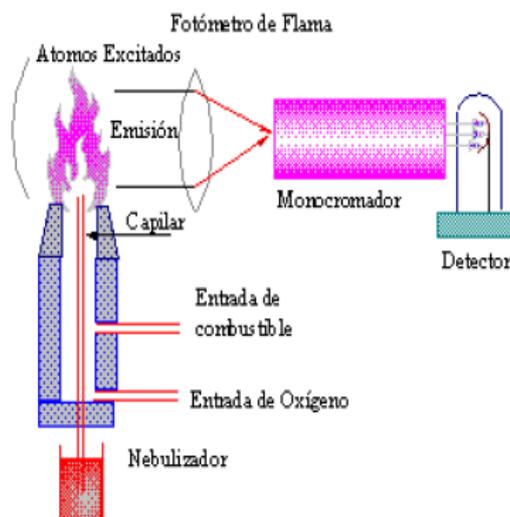


FUENTE: UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**FIGURA 1.5 EQUIPO DE ABSORCIÓN- EMISIÓN  
ATÓMICA**

El equipo utiliza una llama en el que la disolución de la muestra es nebulizada mediante un flujo de gas mezclado con un gas combustible (Aire – Acetileno) y se transporta a una llama donde se produce la atomización obteniendo una serie de de procesos complejos encadenados que tiene lugar

en la flama. La desolvatación es el primer paso de este proceso donde se evapora el disolvente hasta producir un aerosol molecular sólido finamente dividido, la disociación de la mayoría de estas moléculas produce un gas atómico, la mayoría de los átomos formados se ionizan formando cationes, electrones y por último los átomos e iones se excitan por el calor de la llama produciendo así espectros de emisión moleculares, atómicos e iónicos siendo la atomización la parte mas crítica en la espectroscopia de llama (20). FIGURA 1.6.



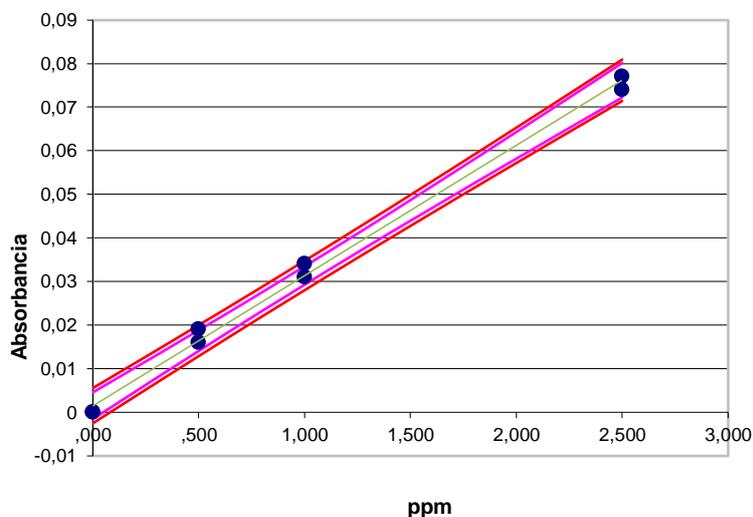
**FIGURA 1.6 PROCESO DE FLAMA**

Los metales Ca, Na, K, Mg, Fe se determinó por absorción atómica donde los átomos permanecen en estado fundamental, mientras que el Na se realizó por emisión atómica donde se quiere que el mayor número de átomos estén en estado excitado.

Para el análisis del analito individual se comienza por el establecimiento de una curva de calibración a partir de disoluciones de concentraciones conocidas del analito, sometidas al mismo tratamiento de la muestra (21). Esta curva, frecuentemente ajustada a una línea recta para disoluciones diluidas, permite deducir la concentración (22).

En la FIGURA 1.7 se observa verticalmente la absorbancia y horizontalmente los ppm de la disoluciones concentradas conocidas. Las lecturas en el caso del calcio mostraron la curva de calibración donde se obtiene un coeficiente de correlación

$R^2 = 0.9962$  y la ecuación de la recta  $y = 0.0015x + 0.0299$ .



**FIGURA 1.7 CURVA DE CALIBRACIÓN DEL CALCIO**

En la cual se observó que existe poca dispersión de los resultados ya que el  $R^2$  se aproxima a la unidad. Una vez obtenida la curva de calibración se realizó los cálculos respectivos para cada metal por dilución se usó la Ecuación 1 y Ecuación 2:

- a) Dilución 1: Mg, Fe
- b) Dilución 2: K
- c) Dilución 3: Na, Ca

$$\text{Concentración final} = \frac{\text{Absorbancia} - \text{Intercepción}}{\text{Pendiente}} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\text{ppm en la muestra} = \frac{\text{Concentración final} * \text{Dilución}}{\text{Peso queso final}} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde la concentración de final de los metales Na, K, Ca, Mg, Fe se multiplica por cada dilución utilizada para detectar los metales mencionados dividiéndolo para la diferencia de peso. Los cálculos se encuentran en el APENDICE A – E.

#### 1.3.4 Determinación de Zn, Cd, Pb, Cu, por voltametría (Anodic-Stripping-Voltammetry)

Para la determinación de Zn, Cd, Pb, Cu por voltametría se utilizó el equipo de Polarografía AMEL (modelo 433),

FIGURA 1.8.



FUENTE: UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
**FIGURA 1.8 EQUIPO POLAROGRAFÍA**

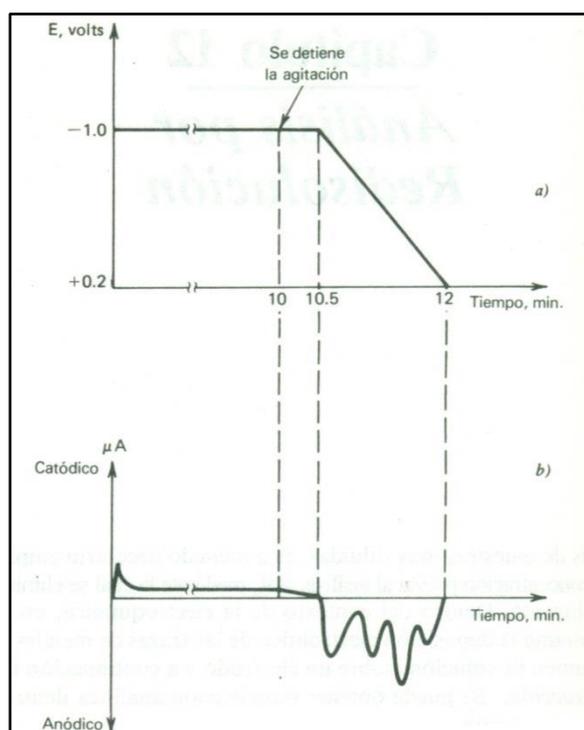
La Voltametría es una técnica analítica basada en la medida de la corriente que fluye a través de un electrodo sumergido en una solución que contiene compuestos electro - activos, mientras que se impone un potencial de exploración. El electrodo de trabajo puede ser sólido: oro, platino, carbono vítreo o formado por una gota de mercurio que cuelga de la punta del capilar (23).

El electrodo de mercurio, colocado en una solución de iones a determinarse, es sometido a una carga con un potencial entre -1.0 y -1.2 V dependiendo del tipo de análisis.

El campo eléctrico atrae los iones positivos de los metales que son reducidos sobre la superficie de la gota de mercurio. Los metales en estudio forman aleaciones con el mercurio y se disuelven en el mismo.

Este proceso es bajo agitación para permitir una más eficiente concentración de los metales en la gota de mercurio, se deja en reposo por varios minutos para permitir que la solución se mantenga estática. Luego se barre anódicamente el potencial mientras se registra la corriente, la

curva resultante de la corriente contra el tiempo se denomina voltamperograma anódica (24). FIGURA 1.9.



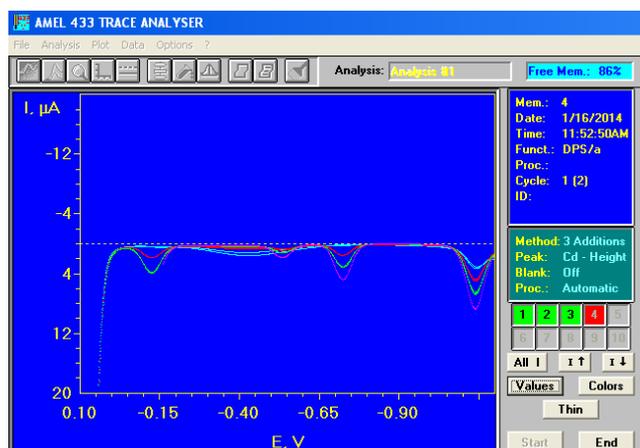
Fuente: Electroquímica Analítica, 1987

**FIGURA 1.9 CICLO DE LOS VOLTAJES PARA LA VOLTAMPEROMETRÍA DE RESOLUCIÓN ANÓDICA.**

El valor de la corriente es proporcional a la cantidad de metal que se oxida y pasa en solución lo que permite cuantificar la cantidad de metal en la solución.

Las diluciones seriadas de las muestras de quesos que se utilizaban en el análisis de absorción atómica se utilizaban también para el análisis de voltametría.

Para la detección de los metales Zn, Cd, Pb, Cu se utilizó la dilución 1, específicamente. De la dilución se tomo 0,5 ml más 10 ml de electrolito de soporte  $\text{KNO}_3$ , luego se agregó varias alícuotas de 50  $\mu\text{l}$  de solución estándar o solución patrón de Zn, Cd, Pb y Cu a 2500 ppm, y se registró en el voltamograma repitiendo el procedimiento 3 veces. El programa utilizado para ver el voltamograma es el AMEL 433 (25). Ver FIGURA 1.10.



**FIGURA 1.10 VOLTAMOGRAMA**

Manejo de los datos:

Se calcula la concentración del analito añadido (CA) después de cada adición con la Ecuación 3:

$$CA = \frac{V_{st} * C_{st}}{V_x} \quad Ec. 3$$

Donde:

$V_{st}$ : el volumen en ml

$C_{st}$ : concentración de la solución estándar

$V_x$ : es el volumen de la muestra.

También se calcula el factor de dilución (d) después de cada adición mediante la Ecuación 4:

$$d = \frac{V_{tot}}{V_x} = \frac{V_x + V_{st} + V_r}{V_x} \quad Ec. 4$$

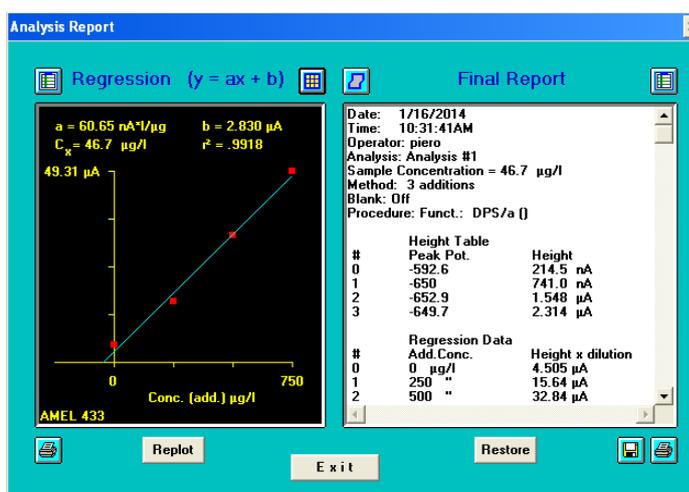
**Donde:**

$V_x$ = volumen de la muestra

$st$ = es el volumen de la solución estándar añadida cada vez, por ejemplo: Cd, Zn, Pb y Cu 2500 ug/l

$V_r$ = es el volumen de añadir disolvente más el electrólito de soporte por ejemplo: KNO<sub>3</sub>

La altura de cada curva o pico se multiplica el factor de dilución relativa, se obtuvo de esta manera una altura corregida. El informe final es un gráfico de la concentración añadida y la altura corregida. (FIGURA 1.11).



**FIGURA 1.11 REPORTE DEL ANÁLISIS**

El intercepto negativo en el eje de abscisas de la gráfica, devolverá la concentración de la muestra. Este procedimiento permite compensar la dilución de la solución de muestra después de cada adición de volumen de la solución estándar, multiplicando la altura del pico para el factor de dilución y se puede utilizar sólo en el rango lineal de la relación entre la concentración y la altura del pico.

Se considera la relación lineal entre la concentración y el pico de altura se usó la Ecuación 5:

$$h = K * C \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

H = es la altura del pico

C = es la concentración de analito

K = constante

Después de cada adición el aumento de la altura del pico en consecuencia de la creciente en la concentración total de analito, C. La última varía de la siguiente manera, Ecuación 6:

$$C = \frac{Vx * Cx}{Vtot} + \frac{Vst * Cst}{Vtot} \quad \text{Ec. 6}$$

$Vtot$  = es el volumen total después de cada adición

La altura máxima relación / concentración se hace con respecto a la Ecuación 7:

$$h = K * \left( \frac{Cx * Vx}{Vtot} + \frac{Cst * Vst}{Vtot} \right) \quad \text{Ec. 7}$$

Multiplicando ambos miembros por  $V_{tot} / V_x$  se usouando  
la Ecuación 8 :

$$h * \frac{V_{tot}}{V_x} = K * \left( Cx + \frac{C_{st} * V_{st}}{V_x} \right) \quad Ec. 8$$

Que sobre la base de la Ecuación 9 :

$$h * d = K * Cx + K * Ca \quad Ec. 9$$

Estableciendo  $h = 0$ , la Ecuación 10 se convierte en Ecuación  
11:

$$0 = Cx + C'a \quad Ec. 10$$

$$Cx = -C'a \quad Ec. 11$$

Donde;

$C'a$  es el intercepto negativo de abscisas y corresponden a la  
concentración desconocida,  $Cx$ .

Ejemplo: análisis de Au en un baño de oro por DPV (escaneo  
catódica).

Volumen de la muestra ( $V_x$ ): 10 ml.

Volumen de electrólito de soporte ( $V_r$ ): 2 ml.

Concentración de la solución de Au (III) estándar (CST): 1000 mg / l.

Tabla de la adición y la altura del pico ( $E_p = 600$  mV)

(23).FIGURA 1.11.

Expuestos en el manejo de datos se realizó lo cálculos en ppm utilizando la Ecuación 12:

$$ppm \text{ en la muestra} = \frac{\text{Concentración final} * \text{Dilución}}{\text{Peso queso final}} \quad Ec. 12$$

Donde la concentración final de los metales Zn, Cd, Pb, Cu se multiplican por cada dilución utilizada para detectar los metales mencionados dividiéndolo para la diferencia de peso. Los cálculos se encuentran en el Apéndice F – I.

### 1.3.5 Construcción de la base de datos de los contenidos de metales en las diferentes muestras de quesos

Para la determinación de los metales: Ca, Na, K, Mg, Fe, Zn, Cd, Cu, Pb de las 6 provincias de la costa ecuatoriana, se realizó los respectivos cálculos, para lo cual se tabuló los mismos, colocando en una columna las muestras por lugares, en otra columna las 50 muestras enumeradas y en 11 filas las concentraciones de los metales en ppm correspondientes a cada muestra, véase en el Capítulo 2, tabla de concentraciones, TABLA 3.

### 1.3.6 Escalado de los datos

El auto escalado pone los datos en una misma escala utilizando la Ecuación 13:

$$X' = \frac{(x-x)}{s_x} \quad \text{Ec. 13}$$

Se realiza dividiendo cada característica a un vector de la muestra por una constante, el valor de la constante o desviación estándar se define utilizando los valores de esta función.

### **1.3.7 Aplicación de Métodos de Clúster análisis en la base de datos escalada**

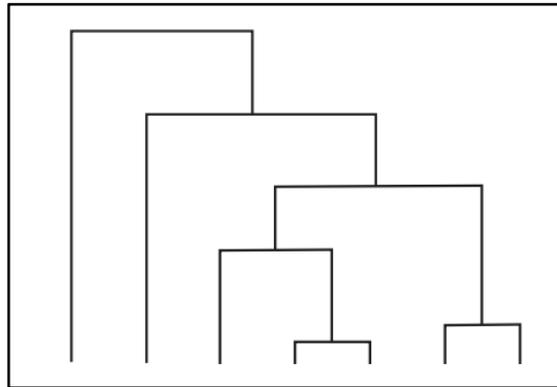
El análisis clúster es una técnica analítica multivariante o también llamado análisis de conglomerado es un método que permite detectar y estudiar aglomeraciones entre los elementos de un conjunto de datos basándose en la similitud o distancia que hay entre ellos (26).

Se pueden formar dos grupos:

- Análisis jerárquico
- Análisis no jerárquico

En el presente trabajo se aplicó el análisis jerárquico, cuyo objetivo es agrupar (clúster) para formar uno nuevo, o separar uno para dar origen a otros (27).

El método jerárquico permite la construcción de un árbol de clasificación denominado dendograma (28), como se observa en la FIGURA 1.12.



**FIGURA 1.12 DENDOGRAMA**

Los datos auto escalados son analizados a través de un algoritmo genético, el cual ayudara a la clasificación de los datos.

Los algoritmos son de dos tipos:

- De aglomeración: son creados de forma ascendentes a partir de las unidades iniciales, se forman grupos de forma ascendente hasta obtener al final un solo aglomerado.
- De división: son creados de forma descendente comienza con una aglomeración principal y luego va formando grupos cada vez más pequeño (29) (27).

Se utilizó los algoritmos de aglomeración porque requieren menos tiempo y son los más usados. El método de análisis parte de una matriz de distancia o similaridades a partir de la que se construye una jerarquía, la distancia más usada es la euclídea que representa la distancia precisa entre dos puntos de un espacio euclídeo, el cual se deduce a partir del teorema de Pitágoras (30) utilizando la Ecuación 14.

$$D_j = \sqrt{(x_{1i} - x_{1j})^2 + (x_{2i} - x_{2j})^2} \quad \text{Ec. 14}$$

Dentro de los métodos jerárquicos se puede encontrar:

Método de los centroides: el cual comienza uniendo las dos observaciones más cercanas y determina la distancia entre los centros de cada grupo de clúster.

Método de Ward: en cada etapa, se unen los dos clúster para los cuales se obtenga el menor incremento en el valor total de la suma de los cuadrados de las diferencias, dentro de cada clúster, de cada individuo al centroides del clúster (27).

### **1.3.8 Determinación de los centroides de los clúster e interpretación de los mismos.**

Una vez obtenida la partición de los quesos en clúster se procedió a determinar el centroide de cada clúster, el mismo que representa el baricentro del clúster y por lo tanto resume todas las características del clúster mismo.

Se obtuvo las coordenadas con los valores de los metales haciendo un promedio aritmético de los quesos del clúster.

### 1.3.9 Diagrama de flujo

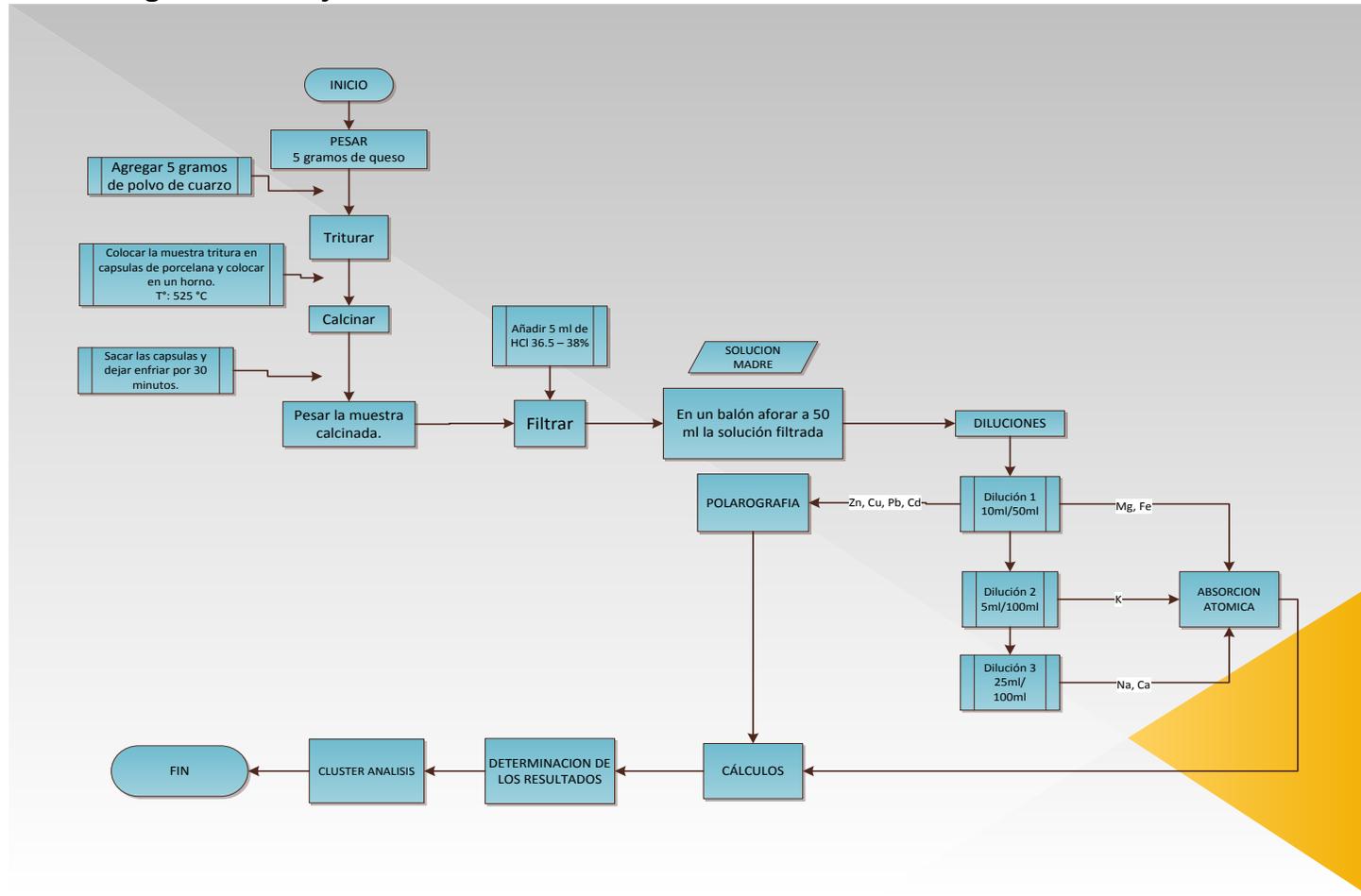


FIGURA 1.13 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

# CAPÍTULO 2

## 2. RESULTADOS

### 2.1 Tabla de concentraciones

En la tabla de resultados se observa en una columna los lugares donde fueron obtenidas las muestras y en otra columna el número de cada muestra según el muestreo.

En las filas están los nueve metales a determinar con sus concentraciones: Zn, Cd, Pb, Cu, Mg, K, Fe, Ca y Na en ppm.

Clasificados en la tabla periódica de la siguiente manera:

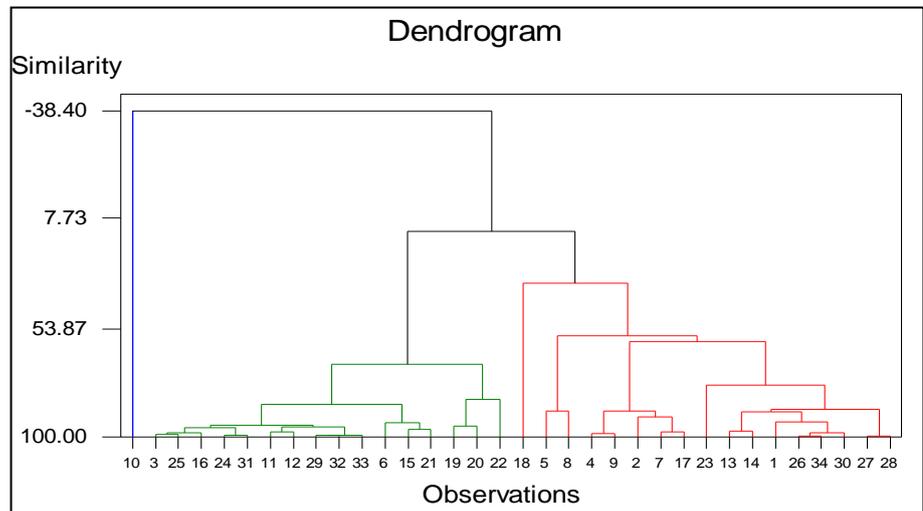
- a) Alcalino térreos: Ca, Mg
- b) Alcalinos: Na, K
- c) Metal de transición: Cu, Zn, Cd, Fe

LUGARES	MUESTRAS	METALES (ppm)								
		Zn	Cd	Pb	Cu	Mg	K	Fe	Ca	Na
Bahía de Caraquéz	M1	31.69	2.40	4.08	2.22	240.05	919.39	47.63	3713.09	11440.08
Vinces	M2	40.08	3.58	1.22	8.92	208.14	711.62	54.26	2752.07	2371.08
Machala	M3	7.97	3.41	1.03	2.03	151.97	396.29	27.10	4021.93	4417.99
Chongón	M4	37.45	0.39	2.60	1.80	228.81	742.71	70.09	5965.66	6767.66
Nobol	M5	29.57	0.95	1.74	1.65	4.88	613.44	51.17	8209.99	5254.24
La Unión	M6	39.72	2.22	2.49	1.36	230.07	446.25	32.51	7396.09	3378.71
Dos Mangas	M7	19.02	1.25	6.89	3.07	227.14	499.65	59.02	3602.37	4760.74
La Unión	M8	27.78	4.55	2.82	2.35	151.42	1031.40	42.51	10376.55	3931.79
Olón	M9	31.72	3.21	4.14	2.26	272.05	673.54	65.64	4633.33	7036.18
Chone	M10	12496.17	122.54	1.22	8.90	221.52	651.21	68.22	5703.79	4907.56
Paján	M11	34.50	7.44	1.06	2.08	196.22	478.07	42.69	3506.53	3733.93
Santa Ana	M12	35.40	3.42	1.09	1.80	136.57	286.36	36.16	2540.46	3901.74
Quevedo	M13	25.06	1.87	1.76	1.67	240.05	753.21	36.17	7388.22	10554.07
Milagro	M14	18.58	1.23	2.47	1.35	269.37	979.10	38.77	6625.04	7265.19
Daule	M15	18.49	1.91	6.78	3.02	207.02	573.21	32.24	5660.60	6603.64
Quininde	M16	44.09	5.18	2.87	2.39	180.94	514.35	29.85	5332.75	4903.12
Dos Mangas	M17	10.28	0.45	7.24	6.21	207.71	352.88	46.58	4842.59	4637.85
Olón	M18	27.13	0.10	15.51	24.59	185.41	1089.95	37.95	5771.96	7056.79
Bahía de Caraquéz	M19	8.64	0.72	5.13	0.79	14.03	668.35	13.28	5696.21	5763.92
Bahía de Caraquéz	M20	9.32	0.43	5.25	1.35	56.11	668.56	9.46	2037.37	5817.64
Quininde	M21	12.28	3.96	7.63	1.94	143.03	367.90	28.04	4699.77	3807.15
Milagro	M22	21.30	0.62	14.51	3.14	150.94	511.47	23.90	3384.67	5756.81
Daule	M23	29.07	2.04	5.48	11.76	243.11	1069.50	35.15	5628.06	15467.59
Nobol	M24	28.10	0.67	3.48	1.82	173.93	369.57	16.83	3425.82	3109.43
Machala	M25	10.75	0.00	0.96	0.22	150.46	612.66	23.61	4154.08	4797.30
Chilla	M26	17.32	0.00	2.09	0.98	186.93	650.83	31.02	3912.67	9786.06
Rio Chico	M27	22.01	0.37	3.01	0.15	159.57	933.98	38.85	4941.70	4761.62
Vinces	M28	22.86	0.00	1.85	0.20	167.15	925.79	31.87	4859.96	4164.83
Palenque	M29	10.47	0.00	3.17	0.00	142.15	481.38	30.93	3222.16	1420.92
Milagro	M30	11.64	0.00	2.72	1.28	190.22	799.06	24.20	5228.73	8944.32
San Isidro	M31	16.46	0.00	3.22	0.28	137.58	347.33	20.77	3890.06	2613.34
Km 57	M32	21.78	0.00	1.17	0.00	147.23	537.05	31.80	4011.04	1831.06

Terecita	M33	30.60	0.02	3.29	0.57	145.48	635.88	35.26	3844.15	2023.94
Chilla	M34	16.34	0.00	2.69	0.00	177.44	642.99	24.19	3564.13	10262.08
Baule	M35	9.68	0.25	10.57	0.83	251.21	588.54	18.19	3500.23	13217.43
Cerecita	M36	10.28	0.00	0.12	0.46	209.86	1089.14	17.82	5651.67	3425.72
Dos Mangas	M37	7.79	0.05	17.40	0.04	224.03	615.00	23.79	4266.96	5380.46
Rio Chico	M38	11.98	2.23	30.30	0.62	255.88	865.03	21.28	5040.37	6755.15
Salitre	M39	7.88	1.95	44.30	0.22	242.49	647.59	22.54	4473.27	4564.02
Chone 1	M40	12.16	1.55	19.57	0.82	236.03	709.64	21.23	5482.51	11006.83
El Carmen	M41	8.92	0.97	13.27	0.68	241.73	601.26	22.22	5215.09	9950.32
La T	M42	13.16	4.01	0.78	4.08	240.95	597.99	37.91	5406.47	4964.03
Chone 2	M43	8.02	2.19	0.00	1.35	200.01	663.12	19.25	4249.29	4274.82
Dos Mangas	M44	17.97	1.68	0.00	0.45	232.59	809.62	36.09	5321.44	4354.29
Paján	M45	13.23	1.84	0.00	0.43	192.73	812.19	30.49	4630.95	3594.52
Santa Ana	M46	16.86	0.73	5.75	7.53	223.20	806.83	17.29	4865.92	10279.71
San Isidro	M47	7.49	0.00	1.98	1.00	247.84	635.92	19.42	5597.35	5078.72
Chone	M48	13.75	0.72	0.00	2.19	67.53	732.52	30.32	4798.73	9310.38
Vinces	M49	7.33	1.17	1.45	0.12	208.85	587.78	36.38	5267.00	4090.12
Palenque	M50	9.11	2.90	1.58	6.05	225.54	412.91	23.40	5574.75	5310.87

**TABLA 1 CONCENTRACIÓN DE LAS MUESTRAS EN PPM**

## 2.2 Resultados de la aplicación del análisis clúster

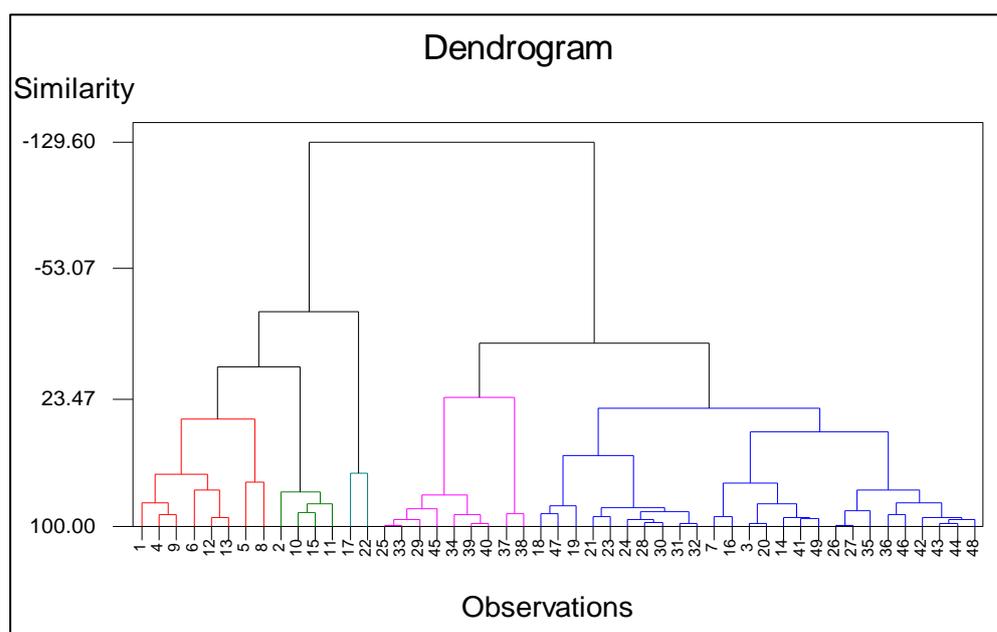


**FIGURA 2.1 PRIMER DENDOGRAMA DEL CLÚSTER**

En el dendrograma de la FIGURA 2.1 elaborado por el programa SCAN (Software de Análisis de Quimiometría) (31), se visualizan 3 grupos de clúster utilizando el método de Ward de distancia euclidiana.

El clúster 1 está formado por una sola muestra que corresponde al queso de Chone cuyos resultados pasan de los límites permitidos siendo este un caso anómalo, por lo que se realizó nuevamente el clúster pero sin tomar en cuenta la muestra 10.

En la FIGURA 2.2 se visualiza el nuevo dendrograma, formado por 5 grupos de clúster y en el cual se utilizó el método de Ward de distancia euclidiana.

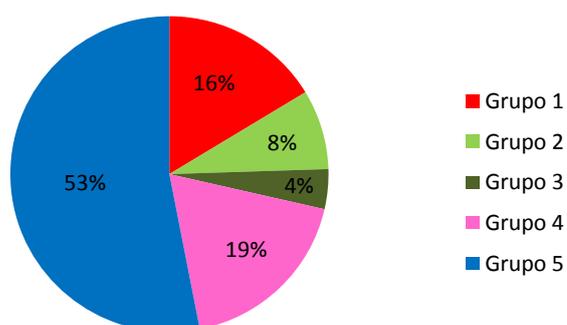


**FIGURA 2.2 SEGUNDO DENDROGRAMA DEL CLÚSTER**

En el dendrograma se puede observar que la muestra 50 no se encuentra, la muestra 11 toma el lugar de la 10 por lo tanto existen 49 muestras.

Clasificando las muestras en los siguientes grupos por la similaridad que existe entre ellas con respecto al contenido de metales:

- Grupo 1: 1, 4, 9, 6, 12, 13, 5, 8.
- Grupo 2: 2, 10, 15, 11.
- Grupo 3: 17,22
- Grupo 4: 25, 33, 29, 45, 34, 39, 40, 37, 38.
- Grupo 5: 18, 47, 19, 21, 23, 24, 28, 30, 31, 32, 7, 16, 3, 20, 14, 41, 49, 26, 27, 35, 36, 46, 42, 43, 44, 48.



**FIGURA 2.3 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS POR GRUPO**

En la FIGURA 2.3 se observó la distribución del clúster de los quesos por grupo.

El grupo 1 se constituyó por las provincias de Manabí, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Santa Elena, son el 16% del total del clúster.

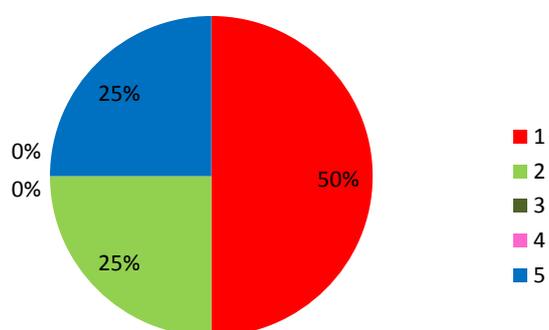
El grupo 2 se obtuvo un 8% formada por las provincias de Manabí, Esmeraldas y Los Ríos.

El grupo 3 se obtuvo un 4% formada por las provincias de Guayas y Santa Elena.

El grupo 4 se obtuvo un 19% formada por las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena y El Oro.

El grupo 5 se obtuvo un 53% formada por las provincias de Manabí, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Santa Elena y el Oro se obtuvo el mayor porcentaje el grupo 5 con un 53% como se observa en la FIGURA 2.3.

En la distribución del clúster de los quesos por provincia se tiene:

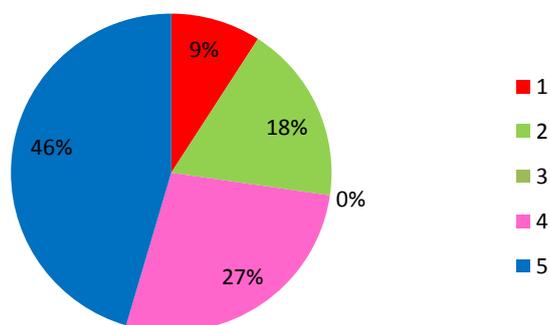


**FIGURA 2.4 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS**

La FIGURA 2.4 correspondiente a la provincia de Esmeraldas se observa que el grupo 1 obtiene un 50%, el grupo 2 y 5 contienen un 25%, las muestras pertenecientes a la provincia de Esmeraldas son de lugares como: La Unión y Quininde.

En la distribución del clúster de los quesos de la provincia de Manabí:

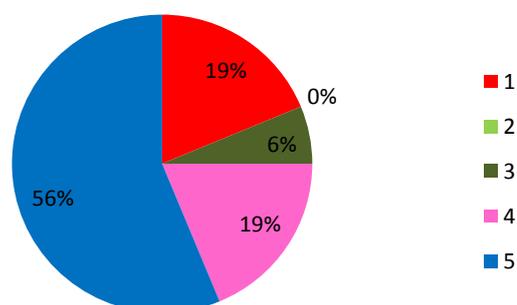
El grupo 1 obtiene un 9%, el grupo 2 el 18% el grupo 4 el 27% y el mayor porcentaje lo obtuvo el grupo 5 con el 46% .FIGURA 2.5.



**FIGURA 2.5 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DE MANABÍ**

Las muestras pertenecientes a la provincia de Manabí son de lugares como: Santa Ana, Paján, Bahía de Caraquez, Chone y El Carmen.

En la distribución del clúster de los quesos de la provincia del Guayas:



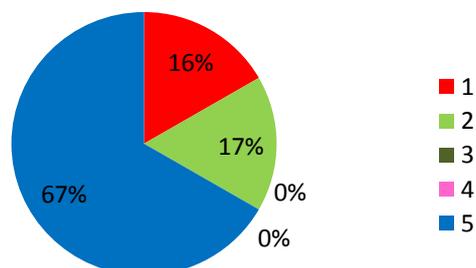
**FIGURA 2.6 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS**

El grupo 1 y 4 obtiene el 19%, el grupo 3 obtiene el 6%, y el mayor porcentaje del 56% el grupo 5 como se observa en la FIGURA 2.6. Las muestras pertenecientes a la provincia del Guayas se recolectaron en: Chongón, Nobol, Daule, Salitre, La T, Milagro, Cerecita, Km 57 y San Isidro.

En la distribución del clúster de los quesos de la provincia de Los Ríos:

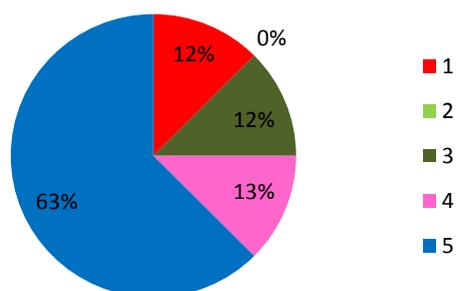
El grupo 1 obtiene el 16%, el grupo 2 el 17% y el grupo 5 el 67% como se observa en la FIGURA 2.7.

Las muestras pertenecientes a Vinces, Quevedo, Palenque.



**FIGURA 2.7 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS**

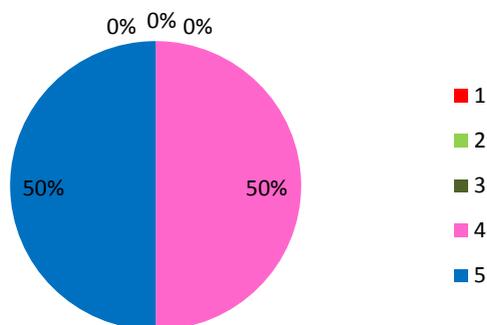
La distribución del clúster de los quesos de la provincia de Santa Elena como se observa en la FIGURA 2.8, el grupo 1 y 3 obtuvieron el 12%, el grupo 4 el 13% y el grupo 5 el 63%. Las muestras obtenidas en Dos Mangas, Olón y Rio Chico.



**FIGURA 2.8 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

En la distribución del clúster de los quesos de la provincia de El Oro:

El grupo 4 y 5 comparten el 50% como se observa en la FIGURA 2.9 siendo muestras de Machala y Chilla.



**FIGURA 2.9 DISTRIBUCIÓN DEL CLÚSTER DE LOS QUESOS DE LA PROVINCIA DE EL ORO**

### 2.3 Diagrama de los centroides de los clúster

El diagrama de los centroides presenta el comportamiento entre los centros de cada grupo de clúster como se observa en la TABLA 2 correspondiente al diagrama de los centroides de clúster en ppm.

**TABLA 2**  
**DIAGRAMA DE LOS CENTROIDES DE CLÚSTER EN PPM**

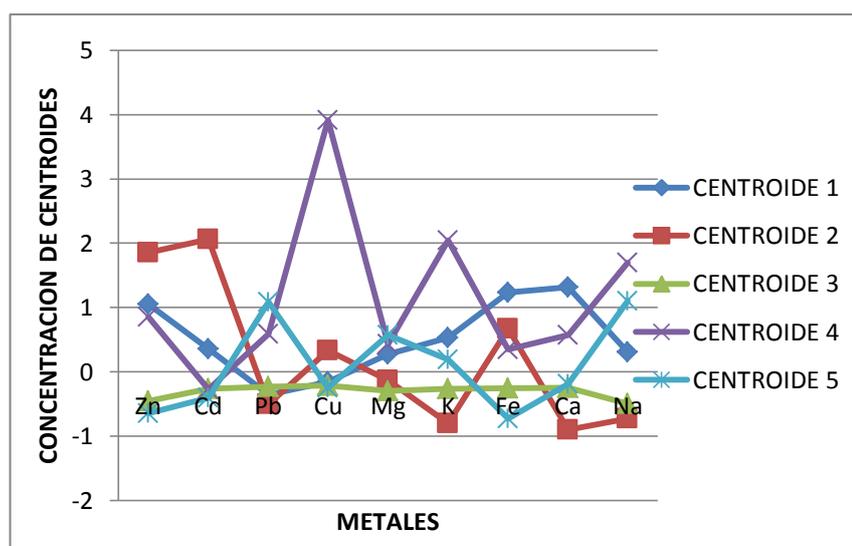
<b>METALES</b>	<b>CENTROIDE 1</b>	<b>CENTROIDE 2</b>	<b>CENTROIDE 3</b>	<b>CENTROIDE 4</b>	<b>CENTROIDE 5</b>
Zn	30.20	38.52	14.56	28.10	12.53
Cd	2.10	4.91	1.09	1.07	0.85
Pb	2.76	1.56	3.77	10.50	14.58
Cu	1.83	3.80	1.58	18.18	1.44
Mg	204.59	180.47	170.44	214.26	222.79
K	769.88	497.60	609.16	1079.73	701.31
Fe	48.06	40.74	28.63	36.55	22.46
Ca	6788.49	3532.98	4502.28	5700.05	4586.99
Na	6953.50	3727.45	4464.30	11262.20	9418.42

Elaborado: Andrea Alejandro, 2014

En la TABLA 2 se encuentran los centroides de cada metal y para cada clúster. Los centroides de los metales, indican que es el promedio de todos los valores del mismo metal de cada muestra, por lo tanto se van formando grupos de metales y relacionándose para formar un clúster. Los valores de los metales se encuentran en ppm.

## 2.4 Interpretación del diagrama de los centroides

En la FIGURA 2.11 se observa el comportamiento entre los centroides de cada clúster. Horizontalmente están los 9 metales Zn, Cd, Pb, Cu, Mg, K, Fe, Ca y Na y verticalmente se tiene las concentraciones en escala logarítmica. Los datos de la TABLA 3, son auto escalados y pasan a escala logarítmica, para poder tener un mejor análisis de los datos.



**FIGURA 2.10 COMPORTAMIENTO ENTRE LOS CENTROIDES DE CADA GRUPO**

En la FIGURA 2.10 también se observa el comportamiento entre los centroides de cada grupo, tomando como referencia a: valores inferiores a 0 como bajos, valores entre 0 y 1 medio altos y superiores a 1 como altos, esto con respecto al promedio de cada metal.

En la TABLA 3, se observa cómo se han clasificado los valores de cada centroide y de cada metal con respecto al nivel en el que se encuentran en la FIGURA 2.10.

**TABLA 3**  
**CLASIFICACIÓN DE CENTROIDES DEL CLÚSTER:**  
**ALTO, MEDIO ALTO Y BAJO**

<b>METALES</b>	<b>CENTROIDE 1</b>	<b>CENTROIDE 2</b>	<b>CENTROIDE 3</b>	<b>CENTROIDE 4</b>	<b>CENTROIDE 5</b>
Zn	A	A	B	MA	B
Cd	MA	A	B	B	B
Pb	B	B	B	MA	A
Cu	B	MA	B	A	B
Mg	MA	B	B	MA	MA
K	MA	B	B	A	MA
Fe	A	MA	B	MA	B
Ca	A	B	B	MA	B
Na	MA	B	B	A	A

El centroide del clúster 1 presentó los siguientes valores:

- Altos: zinc, hierro y calcio
- Medio bajo: cadmio, magnesio, potasio y sodio
- Bajos: plomo y cobre.

El centroide del clúster 2:

- Altos: zinc, cadmio
- Medio bajo: cobre, hierro
- Bajos: plomo, magnesio, potasio, calcio y sodio

El centroide del clúster 3:

- Bajos: zinc, cadmio, plomo, cobre, magnesio, potasio, hierro, calcio y sodio.

El centroide del clúster 4:

- Altos: cobre, potasio y sodio
- Medio bajo: zinc, plomo, magnesio, hierro y calcio
- Bajos: cadmio

El centroide del clúster 5:

- Altos: plomo y sodio

- Medio bajo: magnesio y potasio
- Bajos: zinc, cadmio, cobre, hierro y calcio

# CAPÍTULO 3

## 3. Discusión, Conclusión y Recomendaciones

### 3.1 Discusión acerca de las características de cada clúster

En el centroide del cluster 1 (TABLA 3) se observa que el zinc, hierro y calcio tienen valores altos con respecto a la media de cada metal comparándolos con la TABLA 2 que son resultados de centroides sin auto escala se obtiene:

Zinc 1.05 mg/kg comparando con los datos sin auto escala se tiene 30.20 mg/kg; el hierro 1.24 mg/kg y sin auto escala se tiene 48.06 mg/kg y el calcio obtiene 6788.49 mg/kg y el resultado auto escalado tiene 1.31 mg/kg siendo el resultado mas alto en la auto escala el hierro, formadas por los quesos de: Manabí, Guayas,

Santa Elena, Esmeraldas, Los Ríos (Bahía de Caracúez, Chongón, Olón, La Unión, Quevedo, Nobol y Milagro).

En el centroide del cluster 2 se observa que el zinc y cadmio tienen valores altos con respecto a la media de cada metal comparándolos con la TABLA 2 que son resultados de centroides sin auto escala se obtiene:

Zinc 1.86 mg/kg se obtiene en la TABLA 2 los resultados sin auto escala 38.52 mg/kg y de cadmio 2.06 mg/kg y sin auto escala se tiene 4.91 mg/kg, en este caso se observó que el cadmio tiene el resultado mas alto sobrepasando el límite permitido según la tesis Determinación de peligros químicos en quesos Cotija que va de 0.005 – 0.2 mg/kg de cadmio en quesos (32), formadas por los quesos de: Manabí, Esmeraldas y Los Ríos (Vinces, Paján, Quinde y Santa Ana) habiendo una posible contaminación por cadmio en estos lugares ya sea por el ambiente donde se encuentra y la alimentación del animal como también la manipulación de la leche u otros factores afectando en el organismo al riñón.

En el centroide del cluster 3 se observó que todos sus valores son bajos ya que los resultados son auto escalados como lo demuestra

la TABLA 3 y en la FIGURA 2.11, en el caso de la TABLA 2 el resultado mas alto es del Sodio con 4464.30 mg/kg sin embargo en los resultados de los metales pesados todos sobrepasan el límite permitido: cadmio 1.09 mg/kg, plomo 3.77 mg/kg cuyo límite permitido según la Unión Europea (33) y el Codex Stan 193-1995 es 0.020 mg/kg (34), según la Norma oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994 es 0.5 mg/kg (35) ,y cobre 1.58 mg/kg cuyo límite permitido es 0.02 mg/kg según la Norma chilena basado en el documento Cobre, Salud, Medio Ambiente y Nuevas Tecnologías (36) conformados por los quesos de: Santa Elena y Guayas (Olón y Daule).

En el centroide del cluster 4 se observó que cobre, potasio y sodio son altos con respecto a la media de cada metal comparándolos con la TABLA 2 que son resultados de centroides sin auto escala se obtuvo: cobre 3.92 mg/kg y en la tabla 3 que son los resultados sin auto escala es 18.18 mg/kg, el potasio obtiene 2.04 mg/kg y en los datos sin auto escala 1079.73 mg/kg y el sodio 1.70 y sin auto escala 11262.20 mg/kg; siendo el resultado mas alto del centroide del clúster el cobre sobrepasando el límite permitido y siendo el mas alto en la FIGURA 2.11 del comportamiento del centroide de cada clase, formados por los quesos de: El Oro, Guayas, Manabí y Santa

Elena (Chilla, Milagro, Santa Ana, Daule, Chone, El Carmen, Rio Chico y Salitre), habiendo una posible contaminación por cobre en estos lugares ya sea por el ambiente donde se encuentra y la alimentación del animal como también la manipulación de la leche afectando en este caso el riñón.

En el centroide del cluster 5 se observó que plomo y sodio son altos con respecto a la media de cada metal comparando con la TABLA 2 que son resultados de centroides sin auto escala se obtiene: plomo 1.09 mg/kg comparándolo con los datos sin auto escala se tiene 14.58 mg/kg y el sodio 1.10 mg/kg y sin auto escala se tiene 9418.42 mg/kg siendo el sodio el resultado mas alto del centroide del clúster 5, formado por los quesos de: Manabí, Guayas, El Oro, Santa Elena, Los Ríos, Esmeraldas (Bahía de Caraquéz, Chone, Milagro, Nobol, Machala, Rio Chico, Palenque, San Isidro, Km 57, Cerecita, Dos Mangas, Quininde, Daule, La T, Paján y Vinces).

### **3.2 Conclusiones**

Se logró determinar la presencia y concentración de cada uno de los metales Calcio, Sodio, Magnesio, Potasio, Hierro, Zinc, Cadmio, Plomo y Cobre en partes por millón por el método de Absorción

atómica: atomización por llama y Anodic-Stripping-Voltammetry con la utilización del electrodo de la gota de mercurio.

Los resultados se agruparon por similitud de concentraciones en cinco grupos con respecto al contenido de metales; obteniendo el mayor número de muestras el clúster 5, formados por 26 muestras de quesos de los distintos lugares de las 6 provincias de la Costa Ecuatoriana: Bahía de Caracúez, Chone, Milagro, Nobol, Machala, Río Chico, Palenque, San Isidro, Km 57, Cerecita, Dos Mangas, Quinde, Daule, La T, Paján y Vinces.

Realizado el análisis clúster se determinó los centroides de cada clúster, con los datos auto escalados se obtuvo como resultado que los metales pesados sobre pasan los límites permitidos según las normas de la Unión Europea, el Codex Stan, la Norma oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994 y la Legislación Mercosur.

Se piensa que los posibles contaminantes principalmente pueden ser: alimentación del ganado, suelos contaminados, agua de pozos, agua de río, tuberías de cobre, utensilios de trabajo, emisiones de industrias Zn, Cu, As, el contacto con pinturas Pb o con desechos como baterías usadas Cd (37), según fuentes de investigación

leídos y por habitantes de las distintas provincias donde se recolectaron las muestras.

### **3.3 Recomendaciones**

Hacer un control acerca de la posible intoxicación en el organismo por parte de los metales en las muestras de quesos y las causas que podrían estar afectando la elaboración de quesos en la costa ecuatoriana.

Realizar un estudio mediante el método de absorción atómica y de voltametría en quesos de marcas que expenden en supermercados para comprobar si también existe contaminación en estos productos.

Realizar un estudio de agua y suelo de cada población donde se obtuvieron las muestras de quesos para verificar las posibles causas de contaminación de los mismos.

## Apéndice A

Cálculo de la concentración real del Calcio en ppm utilizando la dilución 3.

Ca									
Patrones	Absorbancia		Absorbancia		Concentracion caltode	d3	Concentracion real	volumen de aforo	peso queso
	leida de patrones	Muestras	leida						
0.5	0.011	M1	0.023	0.939	375.758	3713.09		5.0599	
0.5	0.013	M2	0.017	0.691	276.236	2752.07		5.0187	
1	0.022	M3	0.025	1.022	408.931	4021.93		5.08377	
1	0.028	M4	0.036	1.478	591.388	5965.66		4.9566	
2.5	0.055	M5	0.05	2.059	823.604	8209.99		5.01587	
2.5	0.066	M6	0.045	1.852	740.670	7396.09		5.00717	
5	0.104	M7	0.022	0.898	359.171	3602.37		4.9852	
5	0.12	M8	0.063	2.598	1039.234	10376.55		5.00761	
0.5	0.015	M9	0.033	1.153	461.111	4633.33		4.97602	
0.5	0.018	M10	0.04	1.434	573.457	5703.79		5.02698	
1	0.027	M11	0.026	0.872	348.765	3506.53		4.97309	
1	0.032	M12	0.02	0.631	252.469	2540.46		4.96896	
2.5	0.063	M13	0.05	1.835	733.951	7388.22		4.96703	
2.5	0.07	M14	0.046	1.674	669.753	6625.04		5.05471	
5	0.116	M15	0.04	1.434	573.457	5660.60		5.06534	
5	0.127	M16	0.037	1.313	525.309	5332.75		4.92531	
0.5	0.016	M17	0.038	1.201	480.319	4842.59		4.95932	
0.5	0.019	M18	0.046	1.477	590.957	5771.96		5.11921	
1	0.031	M19	0.044	1.408	563.298	5696.21		4.9445	
1	0.034	M20	0.018	0.509	203.723	2037.37		4.99967	
2.5	0.074	M21	0.037	1.166	466.489	4699.77		4.9629	
2.5	0.077	M22	0.028	0.855	342.021	3384.67		5.0525	
		M23	0.044	1.408	563.298	5628.06		5.00437	
		M24	0.028	0.855	342.021	3425.82		4.99182	
		M25	0.034	1.063	425.000	4154.08	50	5.11545	
		M26	0.032	0.993	397.340	3912.67		5.07761	
		M27	0.039	1.235	494.149	4941.70		4.99979	
		M28	0.038	1.201	480.319	4859.96		4.9416	
		M29	0.027	0.820	328.191	3222.16		5.09272	
		M30	0.041	1.305	521.809	5228.73		4.98982	
		M31	0.031	0.959	383.511	3890.06		4.92937	
		M32	0.032	0.993	397.340	4011.04		4.95308	
		M33	0.031	0.959	383.511	3844.15		4.98824	
		M34	0.029	0.890	355.851	3564.13		4.99212	
0.5	0.052	M35	0.073	0.832	332.805	3500.23		4.75405	
0.5	0.049	M36	0.116	1.423	569.044	5651.67		5.03430	
1	0.084	M37	0.088	1.038	415.214	4266.96		4.86545	
1	0.082	M38	0.101	1.217	486.635	5040.37		4.82737	
2.5	0.192	M39	0.089	1.052	420.708	4473.27		4.70246	
2.5	0.198	M40	0.109	1.326	530.586	5482.51		4.83890	
5	0.342	M41	0.103	1.244	497.623	5215.09		4.77099	
5	0.347	M42	0.108	1.313	525.092	5406.47		4.85615	
		M43	0.095	1.134	453.671	4249.29		5.33820	
		M44	0.106	1.285	514.105	5321.44		4.83050	
		M45	0.098	1.175	470.153	4630.95		5.07621	
		M46	0.101	1.217	486.635	4865.92		5.00044	
		M47	0.11	1.340	536.080	5597.35		4.78870	
		M48	0.096	1.148	459.165	4798.73		4.78424	
		M49	0.106	1.285	514.105	5267.00		4.88043	
		M50	0.11	1.340	536.080	5574.75		4.80811	

## Apéndice B

Cálculo de la concentración real del Magnesio en ppm utilizando la dilución 1.

<b>Mg</b>									
Patrones	Absorbancia		Absorbancia		Concentración caltode	d1	Concentración Real	volumen Aforo	peso queso
	leida de patrones	Muestras	leida						
0.5	0.14	M1	0.79	4.859	24.29	240.1		5.0599	
0.5	0.134	M2	0.695	4.178	20.89	208.1		5.0187	
1	0.258	M3	0.543	3.090	15.45	152.0		5.08377	
1	0.261	M4	0.745	4.536	22.68	228.8		4.9566	
2.5	0.525	M5	0.125	0.098	0.49	4.9		5.01587	
2.5	0.528	M6	0.755	4.608	23.04	230.1		5.00717	
5	0.78	M7	0.744	4.529	22.65	227.1		4.9852	
5	0.779	M8	0.535	3.033	15.17	151.4		5.00761	
0.5	0.119	M9	0.782	5.415	27.07	272.0		4.97602	
0.5	0.121	M10	0.66	4.454	22.27	221.5		5.02698	
1	0.224	M11	0.59	3.903	19.52	196.2		4.97309	
1	0.228	M12	0.439	2.714	13.57	136.6		4.96896	
2.5	0.475	M13	0.7	4.769	23.85	240.0		4.96703	
2.5	0.469	M14	0.786	5.446	27.23	269.4		5.05471	
5	0.701	M15	0.627	4.195	20.97	207.0		5.06534	
5	0.703	M16	0.547	3.565	17.82	180.9		4.92531	
0.5	0.132	M17	0.682	4.120	20.60	207.7		4.95932	
0.5	0.137	M18	0.636	3.797	18.98	185.4		5.11921	
1	0.248	M19	0.136	0.278	1.39	14.0		4.9445	
1	0.251	M20	0.256	1.122	5.61	56.1		4.99967	
2.5	0.496	M21	0.5	2.839	14.20	143.0		4.9629	
2.5	0.492	M22	0.53	3.051	15.25	150.9		5.0525	
5	0.79	M23	0.788	4.866	24.33	243.1		5.00437	
5	0.784	M24	0.59	3.473	17.36	173.9		4.99182	
		M25	0.534	3.079	15.39	150.5	50	5.11545	
		M26	0.636	3.797	18.98	186.9		5.07761	
		M27	0.55	3.191	15.96	159.6		4.99979	
		M28	0.566	3.304	16.52	167.2		4.9416	
		M29	0.508	2.896	14.48	142.2		5.09272	
		M30	0.636	3.797	18.98	190.2		4.98982	
		M31	0.482	2.713	13.56	137.6		4.92937	
		M32	0.511	2.917	14.58	147.2		4.95308	
		M33	0.509	2.903	14.51	145.5		4.98824	
		M34	0.6	3.543	17.72	177.4		4.99212	
0.5	0.141	M35	0.748	4.777	23.89	251.2		4.75405	
0.5	0.134	M36	0.674	4.226	21.13	209.9		5.0343	
1	0.245	M37	0.692	4.360	21.80	224.0		4.86545	
1	0.243	M38	0.77	4.941	24.70	255.9		4.82737	
2.5	0.504	M39	0.719	4.561	22.81	242.5		4.70246	
2.5	0.5	M40	0.72	4.569	22.84	236.0		4.8389	
5	0.755	M41	0.726	4.613	23.07	241.7		4.77099	
5	0.747	M42	0.735	4.680	23.40	240.9		4.85615	
		M43	0.68	4.271	21.35	200.0		5.3382	
		M44	0.71	4.494	22.47	232.6		4.8305	
		M45	0.632	3.913	19.57	192.7		5.07621	
		M46	0.706	4.464	22.32	223.2		5.00044	
		M47	0.744	4.747	23.74	247.8		4.7887	
		M48	0.28	1.292	6.46	67.5		4.78424	
		M49	0.654	4.077	20.39	208.9		4.88043	
		M50	0.689	4.338	21.69	225.5		4.80811	

## Apéndice C

Cálculo de la concentración real de Potasio en ppm utilizando la dilución 2.

K								
Patrones	Absorbancia leída de patrones	Muestras	Absorbancia leída	Concentracion caltode	d2 5/100	Concentracion real 100/500	Volumen aforo	Peso queso
0.5	0.183	M1	0.313	0.930	93.040	919.389		5.0599
0.5	0.19	M2	0.254	0.714	71.429	711.624		5.0187
1	0.34	M3	0.169	0.403	40.293	396.291		5.08377
1	0.348	M4	0.26	0.736	73.626	742.710		4.9566
2.5	0.739	M5	0.227	0.615	61.538	613.438		5.01587
2.5	0.738	M6	0.181	0.447	44.689	446.247		5.00717
5	1.236	M7	0.195	0.498	49.817	499.647		4.9852
		M8	0.341	1.033	103.297	1031.397		5.00761
0.5	0.181	M9	0.241	0.670	67.031	673.544		4.97602
0.5	0.195	M10	0.237	0.655	65.473	651.214		5.02698
1	0.333	M11	0.191	0.475	47.550	478.071		4.97309
1	0.343	M12	0.142	0.285	28.458	286.357		4.96896
2.5	0.713	M13	0.261	0.748	74.824	753.206		4.96703
2.5	0.702	M14	0.323	0.990	98.981	979.096		5.05471
5	1.19	M15	0.218	0.581	58.070	573.208		5.06534
5	1.172	M16	0.199	0.507	50.667	514.352		4.92531
0.5	0.195	M17	0.176	0.350	35.001	352.878		4.95932
0.5	0.212	M18	0.378	1.116	111.594	1089.953		5.11921
1	0.358	M19	0.258	0.661	66.093	668.349		4.9445
1	0.369	M20	0.26	0.669	66.851	668.558		4.99967
2.5	0.739	M21	0.18	0.365	36.517	367.904		4.9629
2.5	0.739	M22	0.22	0.517	51.684	511.474		5.0525
		M23	0.366	1.070	107.044	1069.504		5.00437
		M24	0.181	0.369	36.897	369.571	50	4.99182
		M25	0.249	0.627	62.680	612.658		5.11545
		M26	0.258	0.661	66.093	650.828		5.07761
		M27	0.33	0.934	93.394	933.975		4.99979
		M28	0.325	0.915	91.498	925.791		4.9416
		M29	0.213	0.490	49.030	481.375		5.09272
		M30	0.294	0.797	79.743	799.060		4.98982
		M31	0.174	0.342	34.242	347.330		4.92937
		M32	0.224	0.532	53.201	537.051		4.95308
		M33	0.251	0.634	63.439	635.884		4.98824
		M34	0.253	0.642	64.197	642.985		4.99212
0.5	0.189	M35	0.218	0.560	55.959	588.537		4.75405
0.5	0.2	M36	0.37	1.097	109.662	1089.145		5.0343
1	0.351	M37	0.229	0.598	59.845	615.001		4.86545
1	0.352	M38	0.296	0.835	83.517	865.034		4.82737
2.5	0.761	M39	0.232	0.609	60.905	647.587		4.70246
2.5	0.769	M40	0.254	0.687	68.678	709.643		4.8389
		M41	0.222	0.574	57.372	601.258		4.77099
		M42	0.224	0.581	58.079	597.990		4.85615
		M43	0.26	0.708	70.798	663.123		5.3382
		M44	0.281	0.782	78.217	809.618		4.8305
		M45	0.293	0.825	82.457	812.189		5.07621
		M46	0.288	0.807	80.690	806.832		5.00044
		M47	0.232	0.609	60.905	635.924		4.7887
		M48	0.258	0.701	70.091	732.520		4.78424
		M49	0.222	0.574	57.372	587.775		4.88043
		M50	0.172	0.397	39.706	412.912		4.80811

## Apéndice D

Cálculo de la concentración real de Hierro en ppm utilizando la dilución 1 y la solución madre.

<b>Fe</b>								
Patrones	Absorbancia		Absorbancia Concentracion			Concentración Real	Volumen aforo	peso queso
	leida de patrones	Muestras	leida	calcude	d1			
0.1	0.005	M1	0.071	0.964	4.820	47.632		5.0599
0.5	0.034	M2	0.081	1.089	5.446	54.257		5.0187
0.5	0.03	M3	0.038	0.551	2.755	27.099		5.08377
1	0.077	M4	0.105	1.390	6.948	70.087		4.9566
1	0.071	M5	0.076	1.027	5.133	51.169		5.01587
2.5	0.194	M6	0.046	0.651	3.256	32.512		5.00717
2.5	0.194	M7	0.088	1.177	5.884	59.015		4.9852
5	0.376	M8	0.062	0.851	4.257	42.506		5.00761
5	0.385							
0.1	0.001	M9	0.018	1.306	6.532	65.636		4.97602
0.5	0.006	M10	0.019	1.372	6.859	68.218		5.02698
0.5	0.004	M11	0.011	0.849	4.246	42.693		4.97309
1	0.014	M12	0.009	0.719	3.593	36.156		4.96896
1	0.012	M13	0.009	0.719	3.593	36.170		4.96703
2.5	0.037	M14	0.01	0.784	3.920	38.773		5.05471
2.5	0.036	M15	0.008	0.653	3.267	32.245		5.06534
5	0.074	M16	0.007	0.588	2.940	29.847		4.92531
5	0.071						50	
0.1	0.009	M17	0.018	0.924	4.620	46.577		4.95932
0.1	0.005	M18	0.016	0.777	3.885	37.946		5.11921
0.5	0.013	M19	0.009	0.263	1.313	13.280		4.9445
0.5	0.011	M20	0.008	0.189	0.946	9.459		4.99967
1	0.02	M21	0.013	0.557	2.783	28.036		4.9629
1	0.018	M22	0.012	0.483	2.415	23.903		5.0525
2.5	0.04	M23	0.015	0.704	3.518	35.146		5.00437
2.5	0.039	M24	0.01	0.336	1.681	16.834		4.99182
5	0.072	M25	0.012	0.483	2.415	23.609		5.11545
5	0.071	M26	0.014	0.630	3.150	31.021		5.07761
		M27	0.016	0.777	3.885	38.852		4.99979
		M28	0.014	0.630	3.150	31.875		4.9416
		M29	0.014	0.630	3.150	30.929		5.09272
		M30	0.012	0.483	2.415	24.204		4.98982
		M31	0.011	0.410	2.048	20.774		4.92937
		M32	0.014	0.630	3.150	31.801		4.95308
		M33	0.015	0.704	3.518	35.259		4.98824
		M34	0.012	0.483	2.415	24.193		4.99212
		M35	0.021	1.729		18.189		4.75405
		M36	0.022	1.794		17.823		5.0343
0.5	0.003	M37	0.03	2.315		23.791		4.86545
0.5	0.001	M38	0.026	2.055		21.283		4.82737
1	0.01	M39	0.027	2.120		22.540		4.70246
1	0.009	M40	0.026	2.055		21.232		4.8389
2.5	0.034	M41	0.027	2.120		22.216		4.77099
2.5	0.033	M42	0.051	3.682		37.907		4.85615
5	0.072	M43	0.026	2.055		19.246	50	5.3382
5	0.07	M44	0.048	3.486		36.087		4.8305
		M45	0.042	3.096		30.495		5.07621
		M46	0.021	1.729		17.293		5.00044
		M47	0.023	1.860		19.416		4.7887
		M48	0.039	2.901		30.315		4.78424
		M49	0.049	3.551		36.385		4.88043
		M50	0.029	2.250		23.398		4.80811

## Apéndice E

Cálculo de la concentración real de Sodio en ppm utilizando la dilución 3.

Na								
Patrones	Absorbancia leída de patrones	Muestras	Absorbancia leída	Concentracion Caltode	d3	Concentracion real	Volumen aforo	Peso queso
0.5	0.222	M1	0.886	2.894	1157.713	11440.07593		5.0599
0.5	0.234	M2	0.272	0.595	237.9951	2371.083179		5.0187
1	0.404	M3	0.413	1.123	449.2006	4417.987377		5.08377
1	0.406	M4	0.561	1.677	670.8915	6767.658732		4.9566
2.5	0.777	M5	0.465	1.318	527.092	5254.243383		5.01587
2.5	0.772	M6	0.339	0.846	338.3552	3378.706713		5.00717
5	1.19	M7	0.43	1.187	474.6651	4760.743103		4.9852
5	1.196	M8	0.376	0.984	393.7779	3931.794866		5.00761
0.5	0.219	M9	0.579	1.751	700.2432	7036.177903		4.97602
0.5	0.231	M10	0.44	1.234	493.4039	4907.558021		5.02698
1	0.401	M11	0.358	0.928	371.3836	3733.93205		4.97309
1	0.401	M12	0.369	0.969	387.7522	3901.743846		4.96896
2.5	0.771	M13	0.813	2.621	1048.448	10554.06914		4.96703
2.5	0.778	M14	0.602	1.836	734.4685	7265.188808		5.05471
5	1.201	M15	0.558	1.672	668.9941	6603.644905		5.06534
5	1.208	M16	0.433	1.207	482.9876	4903.1183		4.92531
0.5	0.225	M17	0.438	1.150	460.0113	4637.846321		4.95932
0.5	0.25	M18	0.617	1.806	722.5042	7056.794214		5.11921
1	0.415	M19	0.513	1.425	569.9944	5763.923145		4.9445
1	0.441	M20	0.521	1.454	581.7259	5817.642848		4.99967
2.5	0.79	M21	0.382	0.945	377.8906	3807.154899		4.9629
2.5	0.807	M22	0.521	1.454	581.7259	5756.812354		5.0525
5	1.206	M23	1.18	3.870	1548.111	15467.5868		5.00437
5	1.204	M24	0.336	0.776	310.4343	3109.429949	50	4.99182
		M25	0.459	1.227	490.8065	4797.295864		5.11545
		M26	0.802	2.484	993.7958	9786.059054		5.07761
		M27	0.449	1.190	476.1421	4761.621308		4.99979
		M28	0.405	1.029	411.6187	4164.832497		4.9416
		M29	0.223	0.362	144.7265	1420.915074		5.09272
		M30	0.733	2.232	892.6114	8944.324576		4.98982
		M31	0.3	0.644	257.6424	2613.340183		4.92937
		M32	0.248	0.453	181.3875	1831.057431		4.95308
		M33	0.262	0.505	201.9177	2023.936836		4.98824
		M34	0.823	2.561	1024.591	10262.08393		4.99212
0.5	0.225	M35	0.991	3.142	1256.727	13217.43222		4.75405
0.5	0.243	M36	0.353	0.862	344.9224	3425.723121		5.0343
1	0.406	M37	0.478	1.309	523.5674	5380.462281		4.86545
1	0.424	M38	0.568	1.630	652.1918	6755.146563		4.82737
2.5	0.847	M39	0.412	1.073	429.2428	4564.024147		4.70246
2.5	0.764	M40	0.857	2.663	1065.219	11006.83196		4.8389
5	1.269	M41	0.776	2.374	949.4572	9950.316327		4.77099
5	1.267	M42	0.449	1.205	482.1218	4964.032757		4.85615
		M43	0.431	1.141	456.3969	4274.819854		5.3382
		M44	0.406	1.052	420.6679	4354.288973		4.8305
		M45	0.367	0.912	364.9306	3594.518384		5.07621
		M46	0.831	2.570	1028.061	10279.70553		5.00044
		M47	0.452	1.216	486.4092	5078.719011		4.7887
		M48	0.735	2.227	890.8616	9310.377602		4.78424
		M49	0.391	0.998	399.2305	4090.115544		4.88043
		M50	0.469	1.277	510.705	5310.870184		4.80811

## Apéndice F

Cálculo de la concentración real de Cadmio en ppm utilizando la dilución 1.

<b>Cd</b>										
Muestras	Cd (ug/l)	Dilucion B (ml)	pg	ml	pg	Dilucion A(ug/l)	pg	peso queso	ppb(ug/l)	ppm (ug/g)
M1	48.60		2430.00		243.00		12150.00	5.0599	2401.23	2.40
M2	71.89		3594.59		359.46		17972.95	5.0187	3581.20	3.58
M3	69.32		3465.93		346.59		17329.65	5.08377	3408.82	3.41
M4	7.79		389.50		38.95		1947.50	4.9566	392.91	0.39
M5	19.15		957.34		95.73		4786.68	5.01587	954.31	0.95
M6	44.40		2220.00		222.00		11100.00	5.00717	2216.82	2.22
M7	25.00		1250.00		125.00		6250.00	4.9852	1253.71	1.25
M8	91.07		4553.29		455.33		22766.47	5.00761	4546.37	4.55
M9	63.80		3190.00		319.00		15950.00	4.97602	3205.37	3.21
M10	2464.00		123200.00		12320.00		616000.00	5.02698	122538.78	122.54
M11	148.00		7400.00		740.00		37000.00	4.97309	7440.04	7.44
M12	67.90		3395.00		339.50		16975.00	4.96896	3416.21	3.42
M13	37.10		1855.00		185.50		9275.00	4.96703	1867.31	1.87
M14	24.90		1245.00		124.50		6225.00	5.05471	1231.52	1.23
M15	38.70		1935.00		193.50		9675.00	5.06534	1910.04	1.91
M16	102.00		5100.00		510.00		25500.00	4.92531	5177.34	5.18
M17	8.92		446.00		44.60		2230.00	4.95932	449.66	0.45
M18	2.02		101.00		10.10		505.00	5.11921	98.65	0.10
M19	14.3		715.00		71.50		3575.00	4.9445	723.03	0.72
M20	8.55		427.50		42.75		2137.50	4.99967	427.53	0.43
M21	78.63		3931.50		393.15		19657.50	4.9629	3960.89	3.96
M22	12.5		625.00		62.50		3125.00	5.0525	618.51	0.62
M23	40.9		2045.00		204.50		10225.00	5.00437	2043.21	2.04
M24	13.41		670.50		67.05		3352.50	4.99182	671.60	0.67
M25	0	50	0.00	10	0.00	50	0.00	5.11545	0.00	0.00
M26	0		0		0		0	5.07761	0.00	0.00
M27	7.46		373		37.3		1865	4.99979	373.02	0.37
M28	0		0		0		0	4.9416	0.00	0.00
M29	0		0		0		0	5.09272	0.00	0.00
M30	0		0		0		0	4.98982	0.00	0.00
M31	0.0832		4.16		0.416		20.8	4.92937	4.22	0.00
M32	0		0		0		0	4.95308	0.00	0.00
M33	0.35		17.5		1.75		87.5	4.98824	17.54	0.02
M34	0		0		0		0	4.99212	0.00	0.00
M35	4.83		241.5		24.15		1207.5	4.75405	253.99	0.25
M36	0		0		0		0	5.0343	0.00	0.00
M37	0.98		49		4.9		245	4.86545	50.36	0.05
M38	43		2150		215		10750	4.82737	2226.89	2.23
M39	36.6		1830		183		9150	4.70246	1945.79	1.95
M40	30		1500		150		7500	4.8389	1549.94	1.55
M41	18.5		925		92.5		4625	4.77099	969.40	0.97
M42	77.8		3890		389		19450	4.85615	4005.23	4.01
M43	46.7		2335		233.5		11675	5.3382	2187.07	2.19
M44	32.4		1620		162		8100	4.8305	1676.85	1.68
M45	37.3		1865		186.5		9325	5.07621	1837.00	1.84
M46	14.7		735		73.5		3675	5.00044	734.94	0.73
M47	0		0		0		0	4.7887	0.00	0.00
M48	13.8		690		69		3450	4.78424	721.12	0.72
M49	22.8		1140		114		5700	4.88043	1167.93	1.17
M50	55.8		2790		279		13950	4.80811	2901.35	2.90

## Apéndice G

Cálculo de la concentración real de Cobre en ppm utilizando la dilución 1.

Cu										
Muestras	Cu (ug/l)	Dilucion B (ml)	pg	ml	pg	Dilucion A(ug/l)	pg	peso queso	ppb(ug/l)	ppm (ug/g)
M1	44.99		2249.33		224.93		11246.67	5.0599	2222.71	2.22
M2	179.06		8953.00		895.30		44765.00	5.0187	8919.64	8.92
M3	41.36		2067.79		206.78		10338.93	5.08377	2033.71	2.03
M4	35.77		1788.50		178.85		8942.52	4.9566	1804.17	1.80
M5	33.19		1659.60		165.96		8297.99	5.01587	1654.35	1.65
M6	27.20		1360.12		136.01		6800.60	5.00717	1358.17	1.36
M7	61.20		3060.05		306.00		15300.24	4.9852	3069.13	3.07
M8	47.02		2351.12		235.11		11755.62	5.00761	2347.55	2.35
M9	44.98		2249.00		224.90		11245.00	4.97602	2259.84	2.26
M10	179.06		8953.00		895.30		44765.00	5.02698	8904.95	8.90
M11	41.35		2067.50		206.75		10337.50	4.97309	2078.69	2.08
M12	35.77		1788.50		178.85		8942.50	4.96896	1799.67	1.80
M13	33.19		1659.50		165.95		8297.50	4.96703	1670.52	1.67
M14	27.20		1360.00		136.00		6800.00	5.05471	1345.28	1.35
M15	61.20		3060.00		306.00		15300.00	5.06534	3020.53	3.02
M16	47.02		2351.00		235.10		11755.00	4.92531	2386.65	2.39
M17	123.16		6158		615.8		30790	4.95932	6208.51	6.21
M18	503.56		25178		2517.8		125890	5.11921	24591.69	24.59
M19	15.67		783.5		78.35		3917.5	4.9445	792.29	0.79
M20	27.03		1351.5		135.15		6757.5	4.99967	1351.59	1.35
M21	38.45		1922.5		192.25		9612.5	4.9629	1936.87	1.94
M22	63.49		3174.5		317.45		15872.5	5.0525	3141.51	3.14
M23	235.37		11768.5		1176.85		58842.5	5.00437	11758.22	11.76
M24	36.29		1814.5		181.45		9072.5	4.99182	1817.47	1.82
M25	4.52	50	226	10	22.6	50	1130	5.11545	220.90	0.22
M26	19.87		993.5		99.35		4967.5	5.07761	978.31	0.98
M27	2.97		148.5		14.85		742.5	4.99979	148.51	0.15
M28	3.93		196.5		19.65		982.5	4.9416	198.82	0.20
M29	0		0		0		0	5.09272	0.00	0.00
M30	25.54		1277		127.7		6385	4.98982	1279.61	1.28
M31	5.55		277.5		27.75		1387.5	4.92937	281.48	0.28
M32	0		0		0		0	4.95308	0.00	0.00
M33	11.45		572.5		57.25		2862.5	4.98824	573.85	0.57
M34	0		0		0		0	4.99212	0.00	0.00
M35	15.72		786		78.6		3930	4.75405	826.66	0.83
M36	9.24		462		46.2		2310	5.0343	458.85	0.46
M37	0.87		43.5		4.35		217.5	4.86545	44.70	0.04
M38	11.93		596.5		59.65		2982.5	4.82737	617.83	0.62
M39	4.06		203		20.3		1015	4.70246	215.84	0.22
M40	15.86		793		79.3		3965	4.8389	819.40	0.82
M41	12.95		647.5		64.75		3237.5	4.77099	678.58	0.68
M42	79.27		3963.5		396.35		19817.5	4.85615	4080.91	4.08
M43	28.76		1438		143.8		7190	5.3382	1346.90	1.35
M44	8.68		434		43.4		2170	4.8305	449.23	0.45
M45	8.82		441		44.1		2205	5.07621	434.38	0.43
M46	150.54		7527		752.7		37635	5.00044	7526.34	7.53
M47	19.2		960		96		4800	4.7887	1002.36	1.00
M48	41.97		2098.5		209.85		10492.5	4.78424	2193.14	2.19
M49	2.36		118		11.8		590	4.88043	120.89	0.12
M50	116.32		5816		581.6		29080	4.80811	6048.11	6.05

## Apéndice H

Cálculo de la concentración real de Plomo en ppm utilizando la dilución 1.

Muestras	Pb (ug/l)	Dilucion B (ml)	Pb		Dilucion A(ug/l)	pg	peso queso	ppb(ug/l)	ppm (ug/g)
			pg	ml					
M1	82.50		4124.99		412.50	20625	5.0599	4076	4.08
M2	24.59		1229.26		122.93	6146	5.0187	1225	1.22
M3	21.05		1052.33		105.23	5262	5.08377	1035	1.03
M4	51.63		2581.33		258.13	12907	4.9566	2604	2.60
M5	34.93		1746.65		174.67	8733	5.01587	1741	1.74
M6	49.90		2494.87		249.49	12474	5.00717	2491	2.49
M7	137.30		6865.23		686.52	34326	4.9852	6886	6.89
M8	56.47		2823.41		282.34	14117	5.00761	2819	2.82
M9	82.49		4124.50		412.45	20623	4.97602	4144	4.14
M10	24.58		1229.00		122.90	6145	5.02698	1222	1.22
M11	21.05		1052.50		105.25	5263	4.97309	1058	1.06
M12	21.62		1081.00		108.10	5405	4.96896	1088	1.09
M13	34.93		1746.50		174.65	8733	4.96703	1758	1.76
M14	49.89		2494.50		249.45	12473	5.05471	2468	2.47
M15	137.30		6865.00		686.50	34325	5.06534	6776	6.78
M16	56.47		2823.50		282.35	14118	4.92531	2866	2.87
M17	143.64		7182		718.2	35910	4.95932	7241	7.24
M18	317.54		15877		1587.7	79385	5.11921	15507	15.51
M19	101.48		5074		507.4	25370	4.9445	5131	5.13
M20	104.91		5245.5		524.55	26228	4.99967	5246	5.25
M21	151.53		7576.5		757.65	37883	4.9629	7633	7.63
M22	293.19		14659.5		1465.95	73298	5.0525	14507	14.51
M23	109.66		5483		548.3	27415	5.00437	5478	5.48
M24	69.41		3470.5		347.05	17353	4.99182	3476	3.48
M25	19.58		979		97.9	4895	5.11545	957	0.96
M26	42.35	50	2117.5	10	211.75	10588	5.07761	2085	2.09
M27	60.25		3012.5		301.25	15063	4.99979	3013	3.01
M28	36.55		1827.5		182.75	9138	4.9416	1849	1.85
M29	64.65		3232.5		323.25	16163	5.09272	3174	3.17
M30	54.27		2713.5		271.35	13568	4.98982	2719	2.72
M31	63.51		3175.5		317.55	15878	4.92937	3221	3.22
M32	23.2		1160		116	5800	4.95308	1171	1.17
M33	65.65		3282.5		328.25	16413	4.98824	3290	3.29
M34	53.63		2681.5		268.15	13408	4.99212	2686	2.69
M35	200.95		10047.5		1004.75	50238	4.75405	10567	10.57
M36	2.45		122.5		12.25	613	5.0343	122	0.12
M37	338.71		16935.5		1693.55	84678	4.86545	17404	17.40
M38	585.05		29252.5		2925.25	146263	4.82737	30299	30.30
M39	833.29		41664.5		4166.45	208323	4.70246	44301	44.30
M40	378.8		18940		1894	94700	4.8389	19571	19.57
M41	253.31		12665.5		1266.55	63328	4.77099	13273	13.27
M42	15.06		753		75.3	3765	4.85615	775	0.78
M43	0		0		0	0	5.3382	0	0.00
M44	0		0		0	0	4.8305	0	0.00
M45	0		0		0	0	5.07621	0	0.00
M46	115.05		5752.5		575.25	28763	5.00044	5752	5.75
M47	37.99		1899.5		189.95	9498	4.7887	1983	1.98
M48	0		0		0	0	4.78424	0	0.00
M49	28.36		1418		141.8	7090	4.88043	1453	1.45
M50	30.47		1523.5		152.35	7618	4.80811	1584	1.58

## Apéndice I

Cálculo de la concentración real de Zinc en ppm utilizando la dilución 1.

Muestras	Zn (ug/l)	Dilucion B (ml)	Zn		Dilucion A(ug/l)	pg	peso queso	ppb (ug/l)	ppm (ug/g)
			pg	ml					
M1	641.41		32070.49		3207.05	160352.45	5.0599	31690.83	31.69
M2	804.61		40230.53		4023.05	201152.66	5.0187	40080.63	40.08
M3	162.14		8106.90		810.69	40534.48	5.08377	7973.31	7.97
M4	742.52		37126.15		3712.62	185630.77	4.9566	37451.23	37.45
M5	593.31		29665.59		2966.56	148327.96	5.01587	29571.73	29.57
M6	795.64		39781.87		3978.19	198909.37	5.00717	39724.91	39.72
M7	379.27		18963.57		1896.36	94817.84	4.9852	19019.87	19.02
M8	556.43		27821.54		2782.15	139107.68	5.00761	27779.26	27.78
M9	631.33		31566.5		3156.65	157832.5	4.97602	31718.62	31.72
M10	251271.95		12563597.5		1256359.75	62817987.5	5.02698	12496168.18	12496.17
M11	686.21		34310.5		3431.05	171552.5	4.97309	34496.16	34.50
M12	703.51		35175.5		3517.55	175877.5	4.96896	35395.23	35.40
M13	497.9		24895		2489.5	124475	4.96703	25060.25	25.06
M14	375.72		18786		1878.6	93930	5.05471	18582.67	18.58
M15	374.59		18729.5		1872.95	93647.5	5.06534	18487.90	18.49
M16	868.72		43436		4343.6	217180	4.92531	44094.69	44.09
M17	203.96		10198		1019.8	50990	4.95932	10281.65	10.28
M18	555.48		27774		2777.4	138870	5.11921	27127.23	27.13
M19	170.85		8542.5		854.25	42712.5	4.9445	8638.39	8.64
M20	186.39		9319.5		931.95	46597.5	4.99967	9320.12	9.32
M21	243.84		12192		1219.2	60960	4.9629	12283.14	12.28
M22	430.55		21527.5		2152.75	107637.5	5.0525	21303.81	21.30
M23	581.89		29094.5		2909.45	145472.5	5.00437	29069.09	29.07
M24	561.14		28057		2805.7	140285	4.99182	28102.98	28.10
M25	219.93	50	10996.5	10	1099.65	54982.5	5.11545	10748.32	10.75
M26	351.87		17593.5		1759.35	87967.5	5.07761	17324.59	17.32
M27	440.15		22007.5		2200.75	110037.5	4.99979	22008.42	22.01
M28	451.82		22591		2259.1	112955	4.9416	22857.98	22.86
M29	213.22		10661		1066.1	53305	5.09272	10466.90	10.47
M30	232.3		11615		1161.5	58075	4.98982	11638.70	11.64
M31	324.59		16229.5		1622.95	81147.5	4.92937	16462.04	16.46
M32	431.44		21572		2157.2	107860	4.95308	21776.35	21.78
M33	610.61		30530.5		3053.05	152652.5	4.98824	30602.48	30.60
M34	326.19		16309.5		1630.95	81547.5	4.99212	16335.24	16.34
M35	184.1		9205		920.5	46025	4.75405	9681.22	9.68
M36	207.01		10350.5		1035.05	51752.5	5.0343	10279.98	10.28
M37	151.69		7584.5		758.45	37922.5	4.86545	7794.24	7.79
M38	231.24		11562		1156.2	57810	4.82737	11975.46	11.98
M39	148.13		7406.5		740.65	37032.5	4.70246	7875.13	7.88
M40	235.3		11765		1176.5	58825	4.8389	12156.69	12.16
M41	170.16		8508		850.8	42540	4.77099	8916.39	8.92
M42	255.56		12778		1277.8	63890	4.85615	13156.51	13.16
M43	171.28		8564		856.4	42820	5.3382	8021.43	8.02
M44	347.13		17356.5		1735.65	86782.5	4.8305	17965.53	17.97
M45	268.68		13434		1343.4	67170	5.07621	13232.31	13.23
M46	337.13		16856.5		1685.65	84282.5	5.00044	16855.02	16.86
M47	143.41		7170.5		717.05	35852.5	4.7887	7486.90	7.49
M48	263.18		13159		1315.9	65795	4.78424	13752.45	13.75
M49	143.14		7157		715.7	35785	4.88043	7332.35	7.33
M50	175.14		8757		875.7	43785	4.80811	9106.49	9.11

## Bibliografía

1. Generalidades y consejos sobre quesos [Internet]. Eroski Consumer. 2007 [cited 2013 Nov 20]. Available from: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en\\_la\\_cocina/trucos\\_y\\_secretos/2007/07/13/164933.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en_la_cocina/trucos_y_secretos/2007/07/13/164933.php)
2. Lácteos bajos en grasas [Internet]. Eroski Consumer. 1999. Available from: <http://revista.consumer.es/web/es/19990901/alimentacion/31090.php>
3. GIMFERRER N. Alimentos y plomo [Internet]. 2012. Available from: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/10/08/213585.php>
4. Moreno M. Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgo para la salud humana. España; 2003.
5. Mintegi S. intoxicaciones e n P e d i a t r í a. Segunda. Barcelona, Espana: Ergon S.A; 2008.
6. CHAVARRÍAS M. Menos cadmio en alimentos [Internet]. Eroski Consumer. 2009 [cited 2013 Nov 22]. Available from: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2009/04/01/184364.php>
7. Perez P, Azcona M. Los efectos del cadmio en la salud. Rev Esp Med Quir. 2012;17(3):199–205.
8. Chequea tu consumo de cobre [Internet]. Eroski Consumer. 2006 [cited 2013 Nov 27]. Available from: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/complementos\\_dieteticos/2006/10/31/156842.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2006/10/31/156842.php)
9. Cómo chequear el consumo de cinc [Internet]. Eroski Consumer. 2009 [cited 2013 Nov 27]. Available from: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/complementos\\_dieteticos/2009/04/13/57233.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2009/04/13/57233.php)
10. Rubio C, Weller DG, Revert C, Hardisson IRA. El zinc : oligoelemento esencial. Nutr Hosp. 2007;22(1):101–7.
11. FPerez F, Garaulet M, Gil A, Zamora S. Calcio Fosforo Magnesio Fluor metabolismo oseo y su regulacion.pdf. Accion Medica; 2005.

12. Cifuentes<sup>a</sup> FT. Alteraciones del equilibrio del Potasio : Hipopotasemia. Revista Clinica de Medicina de Familia [Internet]. 2008;2(3):129–33. Available from: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2008000100008](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2008000100008)
13. El sodio en su dieta [Internet]. 2012. Available from: <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM317101.pdf>
14. Salud OM de la. Ingesta de sodio en adultos y niños. 2013 p. 7.
15. Valenzuel C, Letelier MA et. al. Determinacion de Hierro, Zinc y Cobre en carne de bovino. Universidad de Chile; 2008. p. 10.
16. Nutricion Humana en el Mundo en Desarrollo. 020:99. Available from: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0e.htm>
17. Instituto ecuatoriano de normalización. Quito - Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion; 2012.
18. Datos Estadisticos Agropecuarios. Quito - Ecuador: Instituto Nacional de Estadistica y Censos; 2011.
19. LATIMER G. Official Methods of Analysis of AOAC International. Diecinueve. 2012.
20. Morales MCMC. Manual de Practicas del Espectrofotometro de Absorcion Atomica GBC 932 AA. Universidad de Veracruz; 2009. p. 187.
21. Espectrofotometria de absorcion ultravioleta - visible [Internet]. Valencia; p. 9. Available from: <http://ocw.uv.es/ocw-formacio-ermanent/1.espectrofotometria.pdf>
22. Kastenmayer P. ANALISIS DE MINERALES Y ELEMENTOS TRAZA EN ALIMENTOS [Internet]. [cited 2014 Feb 17]. Available from: <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s22.htm>
23. PROTTI P. Introducción a la moderna voltametría y polarografía. Italia: Amel Instrumentos; 2001.
24. BASIL H, GALEN W. Electroquímica analítica. primera. Noriega, editor. México; 1987.
25. AMEL 433.

26. Fuente S de la. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS. Universidad Autonoma de Madrid; 2011.
27. Metodos Jerarquicos de Analisis Cluster [Internet]. Espana; Available from: [http://www.ugr.es/~bioestad/\\_private/cpfund7.pdf](http://www.ugr.es/~bioestad/_private/cpfund7.pdf)
28. Justel A. TÉCNICAS DE ANÁLISIS [Internet]. Universidad Autonoma de Madrid; [cited 2014 Feb 18]. p. 73. Available from: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/ajustel/docencia/ad/AD10\\_11\\_Cluster.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ajustel/docencia/ad/AD10_11_Cluster.pdf)
29. Perez A. Un modelo para sistemas complejos basado en técnicas de elementos finitos bidimensionales. Universidad de Alicante; 2006. p. 293.
30. Solano C, Daniel V, Quinonez E, Gallego R. Metodos del Centro de gravedad. p. 9.
31. Todeschini R. Software de Análisis de Quimiometría.
32. GAONA V. DETERMINACIÓN DE PELIGROS QUÍMICOS EN QUESO COTIJA. Instituto Politecnico Nacional; 2011. p. 109.
33. LEGISLACIÓN DE LA UNION EUROPEA DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN PRODUCTOS ALIMENTARIOS. 2003;11. Available from: <http://www.avideter.com/ftp/articles/articulo1748.pdf>
34. NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS! (CODEX STAN 193-1995) [Internet]. 2009 p. 48. Available from: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf)
35. Meljem J. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-121-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. QUESOS: FRESCOS, MADURADOS Y PROCESADOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS. México; 1995.
36. Araya M, Grohnert MO, Pizarro F. Cobre Salud, Medio Ambiente y Nuevas Tecnologías. :126.
37. Vidal VMA, Castellanos AF, Herrera F. Detección de metales pesados y dicloro difenil tricloro etano ( DDT ) en músculos y órganos de bovinos en Yucatán  
Detection of heavy metals and DDT in the muscles and organs of cattle in Yucatan , Mexico. Rev Mex Ciencias Pecu. 2007;45(2):237–47.

## Bibliografía

1. Generalidades y consejos sobre quesos, Eroski Consumer. 2007. Disponible en:  
[http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en\\_la\\_cocina/trucos\\_y\\_secretos/2007/07/13/164933.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en_la_cocina/trucos_y_secretos/2007/07/13/164933.php)
2. Lácteos bajos en grasa, Eroski Consumer. 1999. Disponible en:  
[http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en\\_la\\_cocina/trucos\\_y\\_secretos/2007/07/13/164933.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en_la_cocina/trucos_y_secretos/2007/07/13/164933.php)
3. GIMFERRER N, Alimentos y plomo, Eroski Consumer. 2012. Disponible en:  
<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/10/08/213585.php>
4. MORENO M. Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgo para la salud humana. España: McGraw - Hill; 2003. Pág: 204, 205, 206, 210, 211, 223, 225.
5. MINTEGI S. Manual de intoxicaciones en Pediatría. Barcelona, España: Ergon S.A; 2008.
6. CHAVARRÍAS M, Menos cadmio en alimentos. Eroski Consumer. 2009. Disponible en:  
<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2009/04/01/184364.php>
7. PÉREZ P, AZCONA M. Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico Quirúrgicas. 2012.
8. Chequea tu consumo de cobre. Eroski Consumer. 2006. Disponible en:

[http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/complementos\\_dieteticos/2006/10/31/156842.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2006/10/31/156842.php)

9. Como chequear el consumo de zinc. Eroski Consumer. 2009. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/complementos\\_dieteticos/2009/04/13/57233.php](http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2009/04/13/57233.php)

10. RUBIO C, GONZALEZ D, MARTIN R. et al. El Zinc: Oligoelemento esencial. Nutrición Hospitalaria. 2007.

11. PÉREZ F, GARAULET M, GIL A, ZAMORA S. Calcio, Fosforo, Magnesio y Flúor. Metabolismo óseo y su regulación. Acción Médica. 2005.

12. CIFUENTES F. Alteraciones del equilibrio del Potasio: Hipopotasemia. Revista Clínica de Medicina de Familia. 2008.

13. El sodio en su dieta. FDA. 2012. Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM317101.pdf>

14. Organización Mundial de la salud. Ingesta de sodio en adultos y niños. 2013.

15. VALENZUELA C. LETELIER M. et al. Determinación de hierro, zinc y cobre en carne de bovino. Universidad de Chile. 2008. Pág. 10.

16. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Capítulo 10: Minerales. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0e.htm>

17. INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 1528: 2012 Queso Fresco. Requisitos.

18. Datos Estadísticos Agropecuarios. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Quito. Ecuador. 2001.

19. LATIMER G. Official Methods of Analysis of AOAC International. Diecinueveava Edición. 2012.
20. MORALES M. Manual de Practicas del Espectrofotómetro de Absorción Atómica GBC 932 AA. Universidad de Veracruz. 2009. Pág., 187
21. Espectrofotometría de absorción ultravioleta – visible. Disponible en: <http://ocw.uv.es/ocw-formacio-ermanent/1.espectrofotometria.pdf>.
22. KASTENMAYER P. Análisis de Minerales y Elementos Trazas .Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s22.htm>
23. PROTTI P. Introducción a la moderna Voltametría y Polarografía. Amel Instrumentos. Italia. 2001
24. BASIL H., GALEN W. Electroquímica analítica. México. Noriega; 1997 Pág. 215, 216.
25. AMEL INSTRUMENTS, Milano , Italia  
Trace Analyser ver 8.62 . 2002
26. FUENTE S. Análisis de Conglomerados, Universidad Autónoma de Madrid - España. 2011
27. Métodos Jerárquicos de Analisis Cluster. Universidad de Granada. España. Disponible en:  
[http://www.ugr.es/~bioestad/\\_private/cpfund7.pdf](http://www.ugr.es/~bioestad/_private/cpfund7.pdf)
28. JUSTEL A. Técnicas de Análisis. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en:

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/ajustel/docencia/ad/AD10\\_11\\_Cluster.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ajustel/docencia/ad/AD10_11_Cluster.pdf)

29. PEREZ A. Un modelo para sistemas complejos basados en técnicas de elementos finitos bidimensionales. Universidad de Alicante. España. 2006.

30. Solano C, Victoria D, et al. Metodos del Centro de gravedad. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/57978432/Metodo-centro-de-gravedad>

31. TODESCHINI R. Software de Análisis de Quimiometría. A11000203. Minitab

32. GAONA V. Determinación de peligros químicos en quesos Cotija. Instituto Politecnico Nacional. 2011. Disponible:

<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8085>

33. Legislación de la Unión Europea de contaminantes químicos en productos alimenticios. 2003. Disponible en:

<http://www.adiveter.com/ftp/articles/articulo1748.pdf>

34. Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995). Disponible en:

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf)

35. Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. México. 1995.

36. Araya M, Grohnert MO, Pizarro F. Cobre Salud, Medio Ambiente y Nuevas Tecnologías. Copper Connects Life.TM. Pág. 126.

37. VIDAL V, CATELLANOS A, HERRERA F. Detección de metales pesados y dicloro difenil tricloro etano (DDT) en músculos y órganos de bovinos en Yucatán. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. Yucatán – México. 2007.

Disponible en:

<http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200705292584.pdf>