



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Establecimiento de los procedimientos para la medición de metales a materias primas y productos terminado empleando espectrofotometría de absorción atómica en la Planta de Alimentos Concentrados Souto, C.A

Elaborador por: Br. Jesús Carabaño

Tutor Empresarial: Lcda. Angelesmary Roldán

Tutor Académico: Dr. José Jiménez

La Mona, Mayo de 2014

RESUMEN

El trabajo de pasantías realizado en la empresa Alimentos Concentrados Souto, C.A., en el Laboratorio de Diagnóstico perteneciente al departamento de Control de Calidad; consistió en la puesta en marcha de un equipo de Absorción Atómica a la Llama (Shimadzu AA-7000), para la determinación de metales, específicamente Hierro, Cobre, Magnesio, Manganeso, Zinc y Calcio; con el fin de cuantificarlos en Materia Prima y Producto Terminado que se utilizan y elaboran en esta planta. Fue importante con esto establecer una metodología en la realización de las curvas de calibración y para la medición de las muestras. Como paso final se complementó el manual de uso del equipo ya existente y se procedió a realizar charlas a los diferentes analistas del laboratorio, con el fin de un entrenamiento general en el uso del equipo. Es importante acotar que por falta de aire (gas indispensable para el uso del equipo), no se pudieron realizar las determinaciones a muestras problemáticas.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
Objetivos Propuestos.....	6
Objetivos Alcanzados	6
CAPITULO 1	7
LA EMPRESA.....	7
Reseña Histórica.....	7
Misión, Visión y Valores	8
Estructura Organizacional de Grupo Souto C.A.....	9
Organigrama del Departamento de Control de Calidad	10
Actividades Realizadas	11
Agentes Internos y Externos	12
CAPITULO 2	13
MARCO TEÓRICO	13
Espectroscopia de absorción atómica a la Llama	13
Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica	13
Descripción de la técnica de Absorción Atómica.....	15
Lámpara de cátodo hueco	15
Nebulizador.....	17
Interferencias.....	18
CAPITULO 3	20
MARCO METODOLÓGICO	20
Cronograma de Actividades.....	20

Metodología Experimental	20
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27

TABLA DE FIGURAS

<i>Figure 1 Componentes de un Equipo de Absorción Atómica</i>	<i>14</i>
<i>Figure 2 Lámpara de Cátodo Hueco.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 3 Quemador-Nebulizador de premezclado o de flujo laminar.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 4 Espectrofotómetro Shimadzu AA-7000.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 5 Diferentes lámparas de Cátodo Hueco</i>	<i>22</i>

INTRODUCCIÓN

Los métodos espectrométricos son un amplio grupo de métodos analíticos que se basan en las espectroscopias atómica y molecular. La espectroscopia es un término general para la ciencia que trata de las distintas interacciones de la radiación con la materia. Los metales pueden determinarse satisfactoriamente por absorción atómica y colorimetría, este último es de menos precisión y sensibilidad. La medición mediante absorción es preferible por su rapidez y porque evita el empleo de técnicas tediosas de separación para la eliminación de interferencias.

Para realizar la determinación de metales (Ca, Mg, Zn, Mg, Fe y Cu) por Absorción Atómica a la llama es necesario tener los analitos en solución, y libres de posibles interferencias, tales como materia orgánica, o particulado. Generalmente las muestras provienen de diversos orígenes, siendo las más frecuente aguas, alimentos, efluentes y suelos; como todas matrices varían, con diferencias en su composición intrínseca y en su respuesta al tratamiento previo de adecuación a la medición a la llama. Para cuantificar los metales en su totalidad se deben liberar estos metales de la forma que se encuentren y pasarlos a su estado elemental.

El presente trabajo es parte de un proyecto de pasantías para la implementación adecuada de análisis de metales en materias primas y productos terminado en la planta de alimentos concentrados Souto C.A, con el fin de establecer parámetros de calidad en función a las regulaciones nacionales pertinentes a dicha producción.

OBJETIVOS

Objetivos Propuestos

- ✓ Puesta en marcha de un Equipo de Absorción Atómica a la Llama para la medición de Metales.
- ✓ Establecer un procedimiento para la medición de metales (Cu, Fe, Ca, Mg, Mn y Zn) empleando Espectroscopia de Absorción Atómica a la Llama.
- ✓ Aplicar el procedimiento de Medición de metales a todas las Materias Prima y Productos Terminados de la Planta de Alimentos.
- ✓ Realizar un mejoramiento en los Manuales de Uso del equipo de Absorción.

Objetivos Alcanzados

- ✓ Puesta en marcha de un Equipo de Absorción Atómica a la Llama para la medición de Metales.
- ✓ Establecimiento de al menos tres de las cinco curvas de calibración necesarias para realizar los análisis.
- ✓ Mejoramiento y corrección en el manual de uso del equipo de absorción.

CAPITULO 1

LA EMPRESA

Reseña Histórica

Grupo Souto, C.A. se inicia en el año 1961 con una sociedad conformada por los hermanos Souto, Alberto cid Souto y Rafael Cid Souto. Dicha sociedad comenzó con una pequeña granja de cuatro hectáreas que se encuentra situada en Naguanagua Valencia, Estado Carabobo. Está granja comenzó su producción con 1.500 gallinas de postura, 6 cerdas madre y un verraco, esto a nivel experimental.

Posteriormente en el año 1974, dado el crecimiento de valencia los hermanos Souto se ven en la necesidad de ejercer sus actividades fuera del perímetro urbano de la ciudad y adquieren un lote de terreno de aproximadamente 700 hectáreas, ubicada en el sector la Mona de la carretera Valencia-Bejuma, en este lugar tienen hoy día la sede principal, aquí se construyeron instalaciones y se ejecutaron las actividades necesarias que permitieron su continuo crecimiento. A continuación se detallan:

- ✓ Galpones de cerdo con sus instalaciones para la cría y el engorde.
- ✓ Galpones de gallinas para la producción de huevos fértiles.
- ✓ Fábrica de alimentos con capacidad instalada de 18.000 TON al mes.
- ✓ Incubadora con sus hacedoras con una capacidad de 2.850.000pollitos por mes.
- ✓ Instalaciones para ganado vacuno y bovinos.

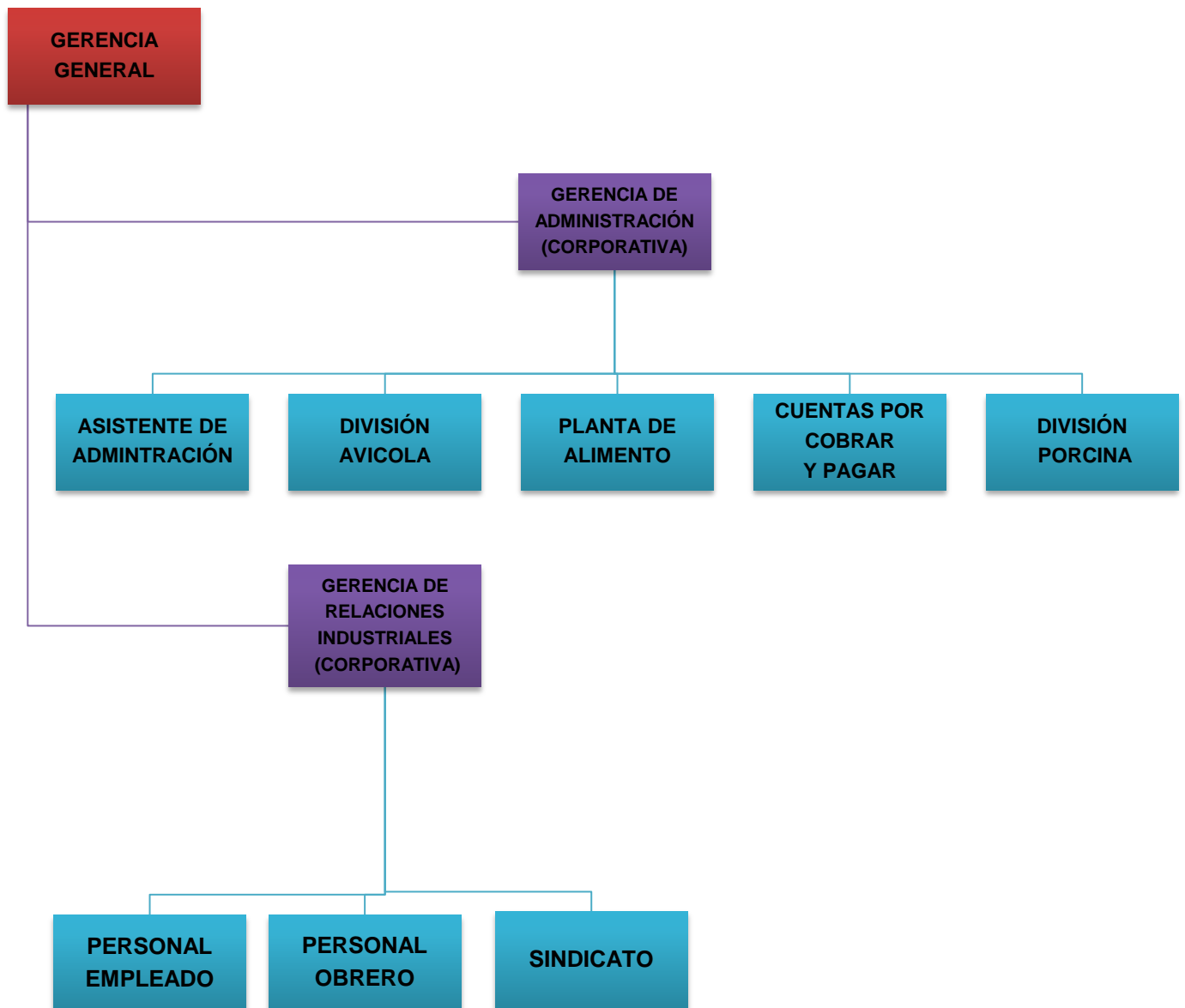
Misión, Visión y Valores

- ✓ Misión: Producir y distribuir para el mercado venezolano productos alimenticios con los más altos estándares de calidad y competitividad. Servir y esforzarnos por satisfacer las necesidades de nuestro entorno de negocio y a nuestro recurso humano con acciones enmarcadas en la ética y en la actitud diligente, honrada, perfeccionista e innovadora.

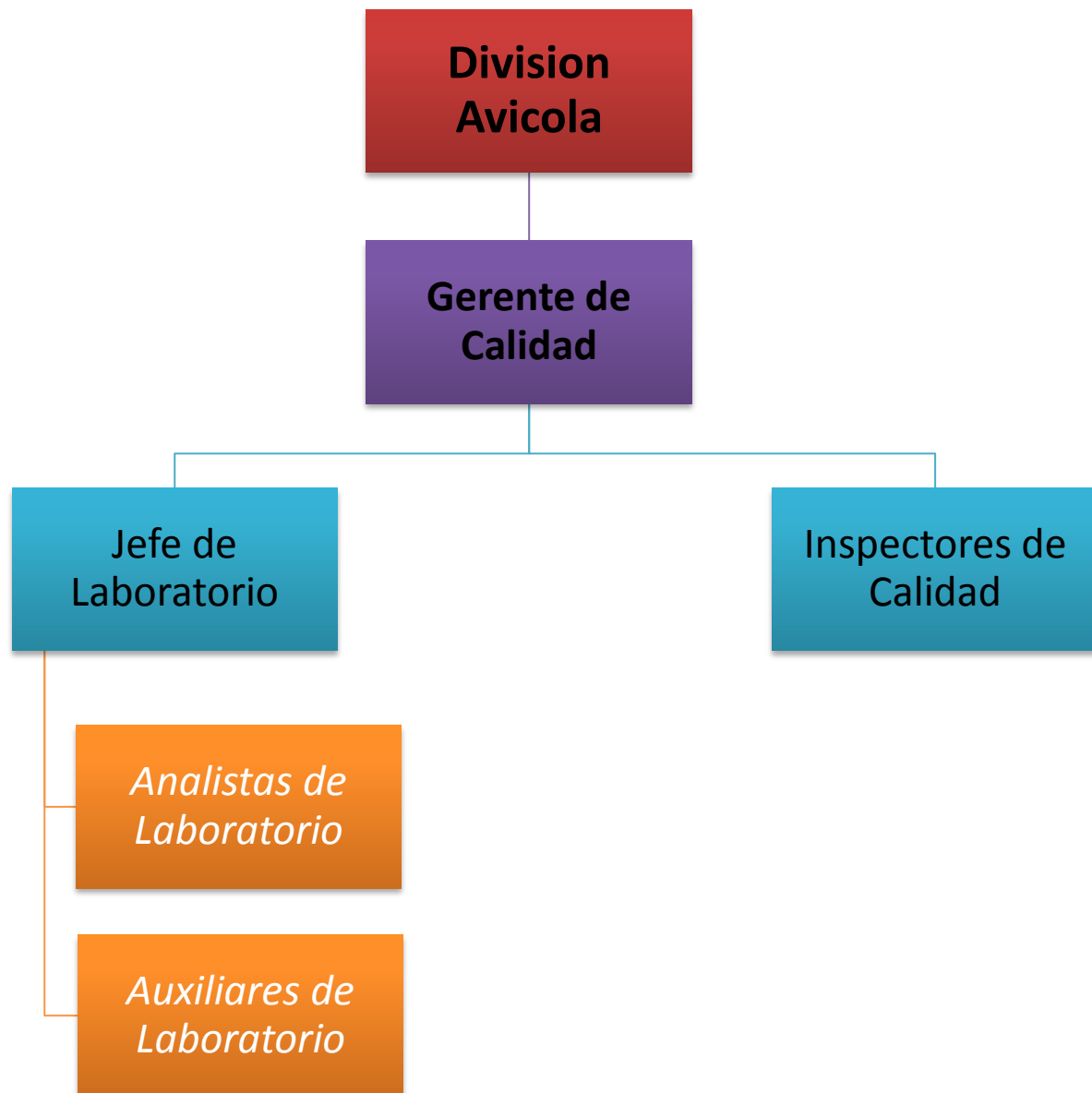
- ✓ Visión: La visión corporativa de Grupo Souto, C.A., expresa las aspiraciones colectivas de todas las personas que trabajan en nuestra compañía. Nos da dirección a nuestros esfuerzos y nos diferencia de otras empresas, así como también gozar de un reconocimiento de marca, dignificando el hecho de evolucionar para mejorar en todos los escenarios posibles, innovando con nuestros productos dentro de un mercado global ilimitado y altamente competitivo.

- ✓ Valores: Para nuestra empresa el pilar fundamental es su recurso humano. Las personas en Grupo Souto, C.A., poseen diversas actitudes, creencias, experiencias y culturas. Se respeta y se valora la diversidad por el enriquecimiento y la creatividad que nos aporta.

Estructura Organizacional de Grupo Souto C.A



Organigrama del Departamento de Control de Calidad



Actividades Realizadas

El departamento de control de calidad se divide en tres áreas, área química, área microbiológica y área física. En las primeras dos se realizan análisis fisicoquímicos y bacteriológicos tanto a la materia prima, como al producto terminado de la planta de alimentos de Grupo Souto

En el área química se realizan los siguientes análisis:

- ✓ Humedad
- ✓ Cloruros
- ✓ Grasas
- ✓ Proteínas
- ✓ Cenizas
- ✓ Fosforo
- ✓ Calcio
- ✓ Análisis de Agua de Calderas (Cloruro, Dureza, Fosfato, Alcalinidad, Silicatos y pH)
- ✓ Fibra
- ✓ Acidez Sulfúrica
- ✓ Grasas Líquidas (Humedad, Índice de Peróxido, Impurezas y Acidez)
- ✓ Metales por Espectroscopia de Absorción Atómica (Mg, Mn, Zn, Cu, Ca y Fe)

En el área microbiológica se realizan los siguientes análisis:

- ✓ Análisis Microbiológico de Incubadoras

Agua
Vacunas
Impronta
Pollitos Bebe
Plumón
Ambiente

Bacterias Aerobias Mesófilas
Mohos y Levadura
E.Coli y Coliformes
Marcha de Salmonella

✓ Análisis Microbiológicos de Planta

Materia Prima

Producto Terminado

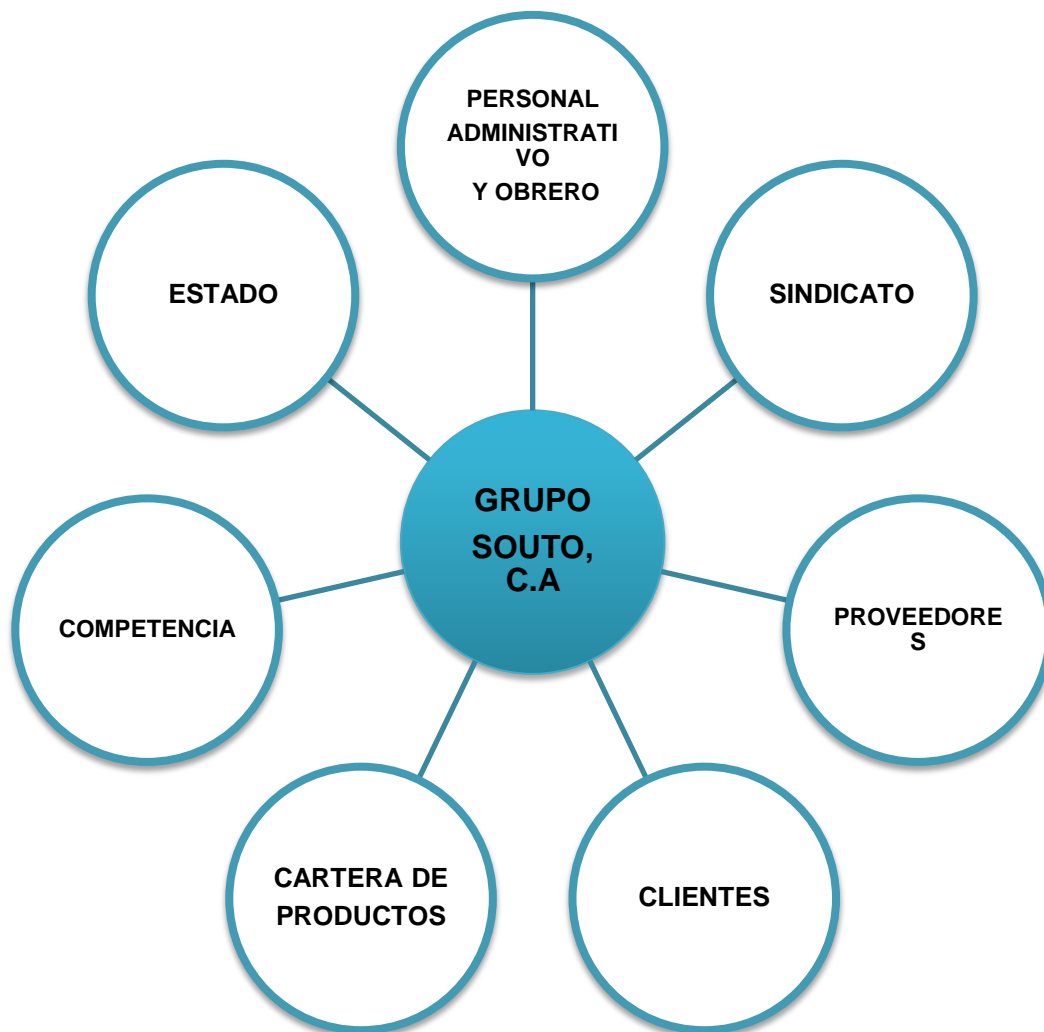
Agua

Bacterias Aerobias Mesófilas
Mohos y Levadura
E.Coli y Coliformes
Marcha de Salmonella

✓ Micotoxinas

✓ Serología

Agentes Internos y Externos



CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Espectroscopia de absorción atómica a la Llama

La espectroscopia de absorción atómica (EAA), tiene como fundamento la absorción de radiación de una longitud de onda determinada. Esta radiación es absorbida selectivamente por átomos que tengan niveles energéticos cuya diferencia en energía corresponda en valor a la energía de los fotones incidentes. La cantidad de fotones absorbidos, está determinada por la ley de Beer⁽¹⁾, que relaciona ésta pérdida de poder radiante, con la concentración de la especie absorbente y con el espesor de la celda o recipiente que contiene los átomos absorbedores.

$$A = \xi \cdot l \cdot C \quad (1)$$

Donde A: Absorbancia / l: Camino Óptico a través del Medio / C: Concentración

Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica

- 1) Una fuente de radiación que emita una línea específica correspondiente a la necesaria para efectuar una transición en los átomos del elemento analizado.
- 2) Un nebulizador, que por aspiración de la muestra líquida, forme pequeñas gotas para una atomización más eficiente.
- 3) Un Quemador, en el cual por efecto de la temperatura alcanzada en la combustión por la reacción de combustión misma, se favorezca la formación de átomos a partir de los componentes en solución.

- 4) Un sistema óptico que separe la radiación de longitud de onda de interés, de todas las demás radiaciones que entran a dicho sistema.
- 5) Un detector o transductor, que sea capaz de transformar, en relación proporcional, las señales de intensidad de radiación electromagnética, en señales eléctricas o de intensidad de corriente.
- 6) Un amplificador o sistema electrónico, que como su nombre lo indica amplifica la señal eléctrica producida, para que en el siguiente paso pueda ser procesada con circuitos y sistemas electrónicos comunes.
- 7) Por último, se requiere de un sistema de lectura en el cual la señal de intensidad de corriente, sea convertida a una señal que el operario pueda interpretar (ejemplo: transmitancia o absorbancia). Este sistema de lectura, puede ser una escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora, etc.

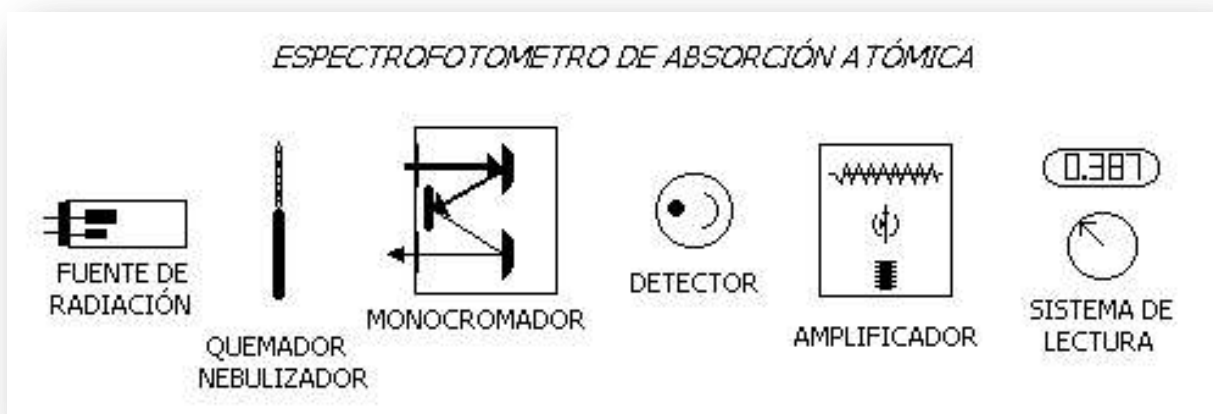


Figure 1. Componentes de un Equipo de Absorción Atómica

Descripción de la técnica de Absorción Atómica

La técnica de absorción atómica en flama en una forma concisa consta de lo siguiente: la muestra en forma líquida es aspirada a través de un tubo capilar y conducida a un nebulizador donde ésta se desintegra y forma un rocío o pequeñas gotas de líquido.

Las gotas formadas son conducidas a una flama, donde se produce una serie de eventos que originan la formación de átomos. Estos átomos absorben cualitativamente la radiación emitida por la lámpara y la cantidad de radiación absorbida está en función de su concentración.

La señal de la lámpara una vez que pasa por la flama llega a un monocromador, que tiene como finalidad el discriminar todas las señales que acompañan la línea de interés. Esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura.

Lámpara de cátodo hueco

Este tipo de fuente de radiación es de las ampliamente difundidas en la Espectroscopia de Absorción Atómica. Las lámparas de cátodo hueco (LCH o HCL [Hollow Cathode Lamp]) consisten de un cilindro de vidrio sellado al vacío y con un gas inerte en su interior. Dentro de este mismo cilindro se encuentran dos filamentos; uno de ellos es el cátodo y el otro el ánodo. El ánodo generalmente es un alambre grueso hecho de níquel o tungsteno, el cátodo es en forma de un cilindro hueco, en el interior del cual se encuentra depositado en forma de una capa el elemento metálico que se va a excitar.

También regularmente y cuando esto es posible el cátodo está enteramente hecho del metal a analizar.

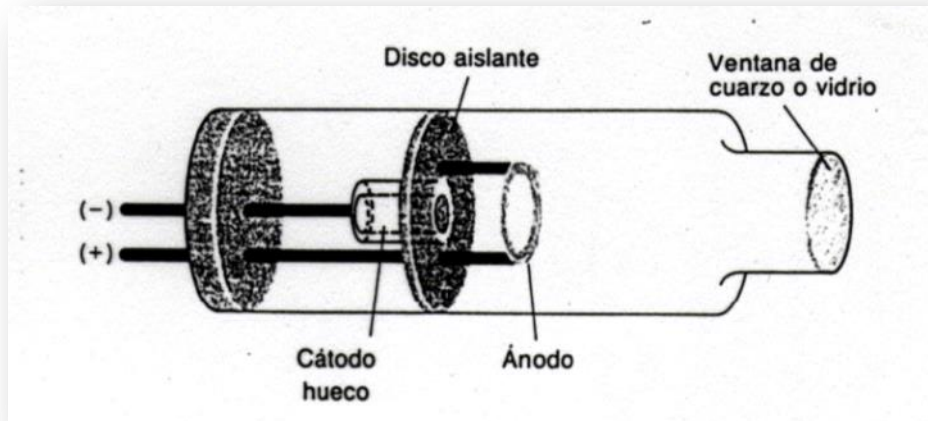


Figure 2 Lámpara de Cátodo Hueco

El cátodo es la terminal negativa y el ánodo es la positiva, cuando se aplica una diferencia de potencial entre las dos terminales ocurre una serie de eventos que son descritos a continuación:

1. Por efecto del voltaje aplicado entre los dos electrodos ocurre una descarga eléctrica. Si el cátodo consiste de dos electrodos paralelos o de un cilindro hueco, bajo circunstancias adecuadas la mayor parte de la descarga ocurre dentro del cátodo.
2. Estas descargas eléctricas aumentan la energía cinética y favorecen la ionización de las moléculas de gas inerte. Estas especies ionizadas requieren carga positiva, por lo cual son atraídas hacia el cátodo.
3. Al chocar los iones de gas inerte (Ar^+ en este caso) con las paredes del cátodo, son desprendidos átomos del metal de que está el cátodo o depositado sobre la superficie del mismo.
4. Después de desprenderse del cátodo, los átomos producidos son excitados por choques moleculares con los iones y átomos de argón.

5. Los átomos excitados no pueden permanecer indefinidamente en un estado de energía superior y procede el paso de emisión electromagnética.

Nebulizador

Cuando una solución acuosa de sales inorgánicas disueltas es aspirada y dirigida hacia una flama, en esta ocurre una serie de eventos que conducen a la formación de átomos en la misma.

El quemador de premezclado o de flujo laminar mostrado en la Figura 3 tiene la siguiente secuencia de pasos en su operación: inicialmente la muestra líquida (en la cual están disueltos los componentes en forma de iones positivos y negativos) debe ser conducida al quemador. Para esto se hace uso del efecto **Venturi**. Este efecto se crea cuando el oxidante (por ejemplo aire) se introduce a través de un tubo diseñado de manera tal que se genera un vacío lo cual produce la succión de la muestra líquida a través del tubo capilar. Este mismo efecto Venturi favorece la formación de pequeñas gotas en forma de rocío, cuando la solución se hace impactar sobre un cuerpo sólido de diseño y geometría adecuada. El combustible necesario, (generalmente acetileno) se introduce directamente a la cámara del nebulizador por medio de un conducto adicional.

Debido a que el oxidante que se introduce a través del nebulizador para el efecto Venturi no es suficiente para una adecuada combustión, el resto requerido se introduce también a la cámara del nebulizador por medio de un conducto adicional. El resultado es que el quemador lleva finalmente una mezcla oxidante (aire) y combustible (acetileno) que transportan pequeñas gotas de rocío de la muestra aspirada.

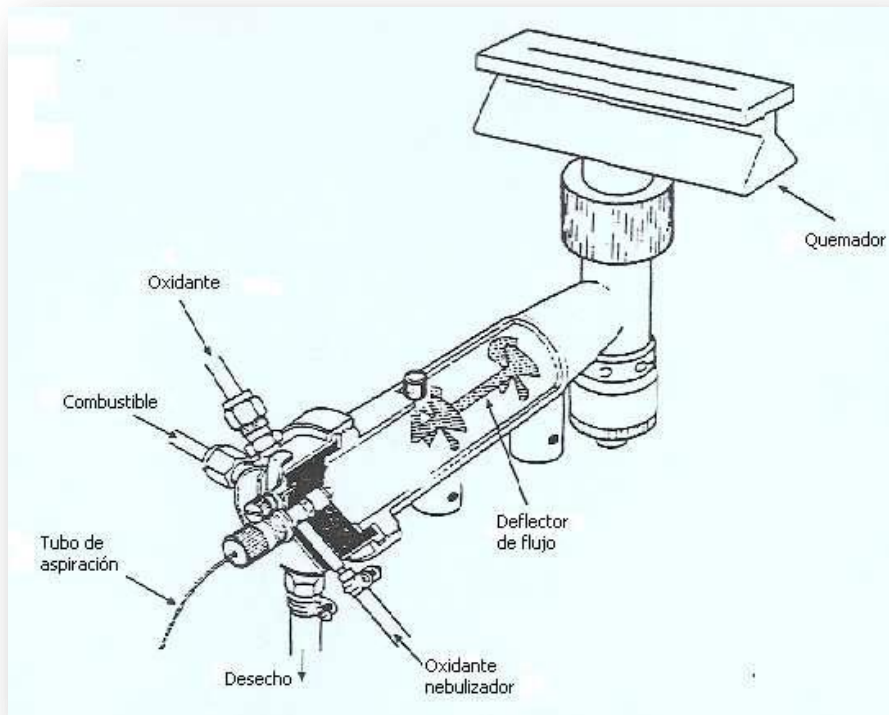


Figure 3 Quemador-Nebulizador de premezclado o de flujo laminar.

Interferencias

Interferencias Espectrales

Las interferencias espectrales son originadas, por señales alteradas de la longitud de onda de radiación electromagnética seleccionada. Esta alteración tiene diferentes orígenes y son los siguientes:

- ✓ Traspalamiento de líneas atómica
- ✓ Interferencia por dispersión por partículas
- ✓ Interferencia por traslapamiento de bandas moleculares

Interferencias no espectrales

Las interferencias no espectrales son aquellas que causan errores y que pueden dar origen a lecturas mayores o menores a los valores normales. Las interferencias de este tipo son las que se detallan a continuación:

- ✓ Interferencia por ionización
- ✓ Interferencia por propiedades físicas de las soluciones

CAPITULO 3

MARCO METODOLÓGICO

Cronograma de Actividades

Actividades		Semanas					
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1	Conocimiento Generales en los análisis realizados en el laboratorio de control de calidad	■					
2	Puesta en Marcha del equipo de absorción atómica a la llama	■	■				
3	Montar las curvas de calibración correspondientes para los metales a analizar		■	■	■		
4	Conocimiento generales en análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (Por Falta de Aire)				■	■	
5	Acondicionamiento de los Manuales para la medición de Metales empleando Adsorción Atómica a la Llama						■

Nota: En la actividad 4 se puede observar que por falta de uno de los materiales necesarios para el funcionamiento del equipo de absorción atómica (Aire) se debió realizar una pausa en la realización de los objetivos planteados para las pasantías, y por causas no controladas por el laboratorio de diagnóstico no se pudo continuar a la realización de las mediciones de metales en las materias prima y productos terminados.

Metodología Experimental

Fundamento

La determinación de metales se puede llevar a cabo mediante espectrofotometría de absorción atómica empleando una llama de aire/acetileno o aire/óxido nítrico dependiendo del metal a analizar. El método analítico permite la determinación de Mg, Zn, Fe, Cu, Ca y Mn, definidos en la legislación como oligoelementos. En la mayor parte de los casos el valor obtenido

se asocia al contenido en estos elementos aportados por las materias primas y el añadido en fabricación. Las cenizas de la muestra se disuelven en medio ácido y se diluyen con agua. La absorbancia de cada elemento a su longitud de onda específica y las calibraciones con soluciones patrón permitieron determinar la concentración de cada elemento en la muestra.

La presencia de fosfatos, Al, Si y Ti en el agua constituye una interferencia química, pues la formación en la llama de compuestos refractarios como oxisales estables, fosfato cálcico o fosfato magnésico, impide la atomización de ambos elementos, dando lugar a un descenso en la señal. Para evitar este problema se añade a las muestras que se van a medir una disolución de lantano, el cual reacciona con el fosfato dejando libre al calcio y al magnesio.

Material e Instrumentación necesaria

- ✓ Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Shimadzu AA-7000).
- ✓ Lámparas de Cátodo Hueco de Ca, Mg, Zn, Mn, Fe y Cu.
- ✓ Balones Aforados de 1000, 100 y 50 mL.
- ✓ Pipetas Volumétricas de 50, 10, 8, 6, 5, 4, 2 y 1 mL.



Figure 4. Espectrofotómetro Shimadzu AA-7000



Figure 5. Diferentes lámparas de Cátodo Hueco

Reactivos y Disoluciones Necesarias

- ✓ Disolución de 10 ppm de Mg: Partiendo del Patrón de Magnesio (Mg) a una concentración de 1000 ppm (Solución Madre), se toma 1,0 mL en un balón aforado de 100 mL y se afora con agua destilada obteniendo una solución de concentración 500 ppm de Mg (Solución STOCK de Magnesio).
- ✓ Disolución de 100 ppm de Fe: Partiendo del Patrón de Hierro (Fe) a una concentración de 1000 ppm (Solución Madre), se toma 10 mL en un balón aforado de 100 mL y se afora con agua destilada obteniendo una solución de concentración 100 ppm de Fe (Solución STOCK de Hierro).
- ✓ Disolución de 10 ppm de Cu: Partiendo del Patrón de Cobre (Cu) a una concentración de 1000 ppm (Solución Madre), se toma 1,0 mL en un balón aforado de 100 mL y se afora con agua destilada obteniendo una solución de concentración 10 ppm de Cu (Solución STOCK de Cobre).
- ✓ Disolución de 100 ppm de Zn: Partiendo del Patrón de Zinc (Zn) a una concentración de 1000 ppm (Solución Madre), se toma 10 mL en un balón aforado de 100 mL y se afora

con agua destilada obteniendo una solución de concentración 100 ppm de Zn (Solución STOCK de Zinc).

- ✓ Disolución de 500 ppm de Mn: Partiendo del Patrón de Manganeseo (Mn) a una concentración de 1000 ppm (Solución Madre), se toma 50 mL en un balón aforado de 100 mL y se afora con agua destilada obteniendo una solución de concentración 500 ppm de Mn (Solución STOCK de Manganeseo).
- ✓ Preparación de Agua Acida: Se toman 10 ml de ácido nítrico (HNO_3) concentrado y 2.5 de ácido clorhídrico concentrado en un balón aforado de 1000 mL y enrasar con agua destilada. Esta solución se debe preparar bajo campana y con mucha precaución.
- ✓ Disolución de Lantano: Disolver 50 g de nitrato de lantano ($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en agua y enrasar a 1 L con agua destilada.

Condiciones de Trabajo del espectrofotómetro

Elemento	Llama	Intensidad Lamp (mA)	λ (nm)	Rendija (nm)
Ca	Aire/acetileno	10	422.7	0.7
Mg	Aire/acetileno	15	285.2	0.7
Zn	Aire/acetileno	10	213.9	0.7
Mn	Aire/acetileno	10	279.5	0.7
Fe	Aire/acetileno	12	248.33	0.7
Cu	Aire/acetileno	10	324.75	0.7

Presión de Gases: Aire (0.35 MPa) y Acetileno (0.09 MPa)

Procedimiento Operativo

Curva de Calibración

- ✓ A partir de la solución STOCK de cada elemento se preparan patrones a los diferentes rangos necesarios para cada uno, con un mínimo de cuatro (4) concentraciones distintas, para los patrones de Ca y Mn se añade a cada patrón

preparado antes de su aforo 5 mL de solución de lantano 1:50, y de la misma forma se prepara un blanco en matraces de 100 mL, todos los patrones se deben aforar con agua acida.

- ✓ Encender el espectrofotómetro de AA e introducir los parámetros de trabajo para medir en condiciones óptimas cada elemento, ajustar el cero de absorbancia con agua acida. Aspirar las disoluciones patrón y medir sus absorbancias. Estas curvas de calibrado se toman como referencias para la medición de las muestras problemas por lo tanto deben ser guardadas en el software y se ajustaran por lo menos una (1) vez por año

Rangos de los Patrones para cada elemento

Elemento	Rango (ppm)	Concentraciones Recomendadas (ppm)
Ca	0.50 – 3.50	0.5; 1.5; 2.5; 3.5
Mg	0.1 – 0.5	0.1; 0.2; 0.3; 0.4: 0.5
Zn	0.020 – 0.10	0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1
Mn	0.1 – 0.5	0.1; 0.2; 0.3; 0.4: 0.5
Fe	5.0 -15.0	5.0; 8.0; 10.0; 12.0; 15.0
Cu	0.1 – 0.5	0.1; 0.2; 0.3; 0.4: 0.5

Los Rangos de concentración se adaptaron a los valores esperados en cada una de las materias prima y productos terminados a analizar.

CONCLUSIONES

- ✓ Cumpliendo con los objetivos propuestos se puso en marcha un equipo de espectrofotometría absorción atómica a la llama para la determinación de metales en materia prima y producto terminado en una fábrica de alimentos.
- ✓ Se establecieron las curvas de calibración necesarias para la determinación de metales (Ca, Cu, Fe, Zn, Mg y Mn).
- ✓ Mejoramiento del manual (ya existente), para el manejo del equipo de absorción atómica y del manual de procedimientos para realizar las curvas de calibración y la determinación de muestras problema.
- ✓ Establecimiento de las condiciones de seguridad necesarias para el mantenimiento preventivo del equipo de espectrofotometría de absorción atómica a la llama.

RECOMENDACIONES

- ✓ En función al gasto mensual de aire que requiere el equipo es recomendable la adquisición de un compresor que cuente con un sistema de purificación de aire.
- ✓ Es necesario para el mantenimiento en el tiempo del equipo usar solo agua desionizada (agua milli-Q). El agua destilada no trae problemas en los análisis inmediatamente, pero en el tiempo puede causar daños en el equipo.
- ✓ Adquirir ampollas de Titrisol para patrones nuevos debido a que algunos de los empleados se encuentran vencidos, de esta forma corroborar los resultados ya obtenidos de las curvas de calibración.
- ✓ Realizar curvas de calibración para todos los metales cada año, asegurando que siempre se mida las muestras problemas con las mismas condiciones que fueron medidos los patrones.
- ✓ Periódicamente se debe calibrar el equipo adecuadamente.

BIBLIOGRAFIA

1. **Shimadzu.** *Atomic Absorption Spectrophotometer AA-7000 Series.* Japan : s.n., 2010.
2. **Quimicas, Facultad de Ciencias.** *Espectrometría de Absorción Atómica.* Mexico : s.n., 2005.
3. **E, ROCHA Castro.** *PRINCIPIOS BÁSICOS DE ESPECTROSCOPÍA.* Mexico : UACH, 2000.
4. **Skoog, James, D.A y Holler, F.** *Principios de Análisis Instrumental.* s.l. : McGraw Hill, 1998.
5. *Alimentos. Determinación de Cobre por Espectrofotometría de Absorción Atómica.* **1334-78,** **COVENIN.** 1978, Norma Venezolana.