

075874

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Ej 1

T
545.33
P649c
1775
P. Ing.



CONTROL DE TRAZAS DE METALES EN ALIMENTOS Y BEBIDAS POR ABSORCION ATOMICA

SEMINARIO DE GRADUACION

PRESENTADO POR:

MARCELINA ANTONIETA
PINEDA RUIZ

PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

EN EL GRADO DE LICENCIADO

NOVIEMBRE DE 1975



SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR EN FUNCIONES : DR. CARLOS ALFARO CASTILLO
SECRETARIO GENERAL : DR. MANUEL ATILIO HASBUN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO : ING. RODOLFO JENKINS G.
VICE DECANO : ARQ. GUILLERMO GONZALEZ G.
SECRETARIO : ING. EDUARDO ALONSO PLEITES C.

JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERIA QUIMICA

ING. GUSTAVO NERY IRAHETA

COORDINADOR DE LAS ACTIVIDADES ACADEMICO-DOCENTES : ING. GUSTAVO NERY IRAHETA

DIRECTOR

LIC. JOSE ANTONIO SILVA TREJO

ASESORES

LIC. VICTOR MANUEL SEGURA LEMUS

ING. MARIO ERNESTO CHOussy RUSCONI

A MI MADRE

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A NATHALIA BEATRIZ

CONTENIDO

	<u>PAG.</u>
I N T R O D U C C I O N	
Sistema de Absorción Atómica	2
Equipo	3
Interferencias	8
Sensibilidad de los Elementos	9
Aplicaciones	10
Ventajas	11
Estudio sobre la Actualidad y Antecedentes en El Salvador, del Control de Trazas de Metales en Alimentos y Bebidas	12
<u>PARTE EXPERIMENTAL</u>	
Introducción	13
Preparación de Soluciones Patrón	14
Condiciones experimentales de Operación	15
Técnicas Analíticas	20
<u>CALCULOS EXPERIMENTALES</u>	
Introducción	32
Análisis de Bebidas Alcoholicas	33
Análisis de Jugos Envasados	36
Análisis de Bebidas Gaseosas	39
Análisis de Leche	41
Análisis de Aceites Vegetales	43

	<u>PAG</u>
Análisis de Carne	43
Análisis de Pescado	44
<u>TOXICIDAD DE ELEMENTOS ANALIZADOS</u>	
Introducción	46
Arsénico	47
Cobre	48
Cromo	49
Hierro	51
Manganeso	52
Níquel	53
Plomo	54
Cinc	55
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	
CONCLUSIONES	
Arsénico	56
Cobre	57
Cromo	57
Níquel	58
Manganeso	58
Plomo	59
Cinc	59
RECOMENDACIONES GENERALES	60
BIBLIOGRAFIA	63
APENDICE	65

PREFACIO

Este trabajo se ha realizado con el objeto de exponer una técnica de análisis que sea más funcional en la determinación de elementos metálicos contenidos en algunas bebidas y alimentos consumidos en nuestro país; pudiendo ser posteriormente extendido a otras muestras no incluidas aquí.

Para ello este Seminario se desarrolló en cinco partes. En la primera se hace una breve descripción del principio instrumental y un estudio de los diferentes análisis realizados actualmente en diversas empresas dentro del área metropolitana.

En la segunda parte se incluyen las técnicas analíticas las cuales se efectuaron en considerable número de muestras de bebidas y alimentos. Las muestras que se recolectaron son: Cerveza, Vino, Bebidas Gaseosas, Jugos enlatados, Aceites vegetales, Productos lácteos, Carnes y Mariscos. Analizándose en cada una de ellas los siguientes elementos: en Bebidas (Cervezas, Vinos, Gaseosas, Jugos enlatados): Pb, Cu, Fe, Zn, Mn y Cr. En Aceites Vegetales: Ni y Cr. En Productos lácteos (leche): Cu, Pb y Fe. En carnes y mariscos: Pb, As, Cu. Se hizo para estos análisis un tratamiento previo de las muestras para luego hacer uso del método instrumental.

En la tercera parte se incluyen los cálculos para cada una de las muestras.

La cuarta parte consta de un estudio de toxicidad de los elementos a analizar y problemas industriales que éstos podrían ocasionar.

Siendo la parte final las conclusiones y recomendaciones generales.

INTRODUCCION

En los últimos años, la espectrofotometría por absorción atómica ha tomado un gran impulso como técnica analítica para la determinación de la concentración de elementos metálicos. Siendo este un método altamente sensible, el cual se basa en el estudio de absorción de energía radiante por los átomos. El principio es similar al utilizado en otros métodos, luz proveniente de una fuente adecuada se hace pasar por la muestra en estado disociado provocado por una llama, registrándose la cantidad de luz absorbida en un detector, esto se logra midiendo la cantidad de luz antes y después de pasar a través de la muestra. (9)

Pero en esta técnica el elemento que nos interesa en la muestra no necesita excitarse, como ocurre en otros métodos, en los cuales éste se excita para obtener la radiación de interés, existiendo el inconveniente que la muestra pueda emitir radiación que no interesa. Es decir, que en absorción atómica el elemento se disocia en sus enlaces químicos, colocando al elemento en su estado fundamental, no ionizado, o de menor energía. En ese estado el elemento puede absorber radiación emitida por la lámpara, en la que su cátodo está constituido por el elemento investigado. (10)

En condiciones de análisis los átomos están en el más bajo nivel de excitación posible y solamente unos cuantos átomos existirán en estado excitado.

Para fines prácticos, las transiciones electrónicas se efectúan en los átomos en estado fundamental siendo por ello limitado el número de lí-

neas de absorción que se utilizan en este método; el espectro obtenido consistirá entonces de líneas escasas y muy finas (aproximadamente de 0.01 Å de espesor) y ésto se debe a que en el proceso de excitación electrónica de los átomos no ocurren cambios debido a energía de rotación o vibración. (9)

Existen diversas maneras de disociar los elementos de sus enlaces químicos; en esta técnica la disociación se efectúa quemando la muestra en una llama.

SISTEMA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

Un espectrofotómetro de absorción atómica consta esencialmente de los siguientes componentes:

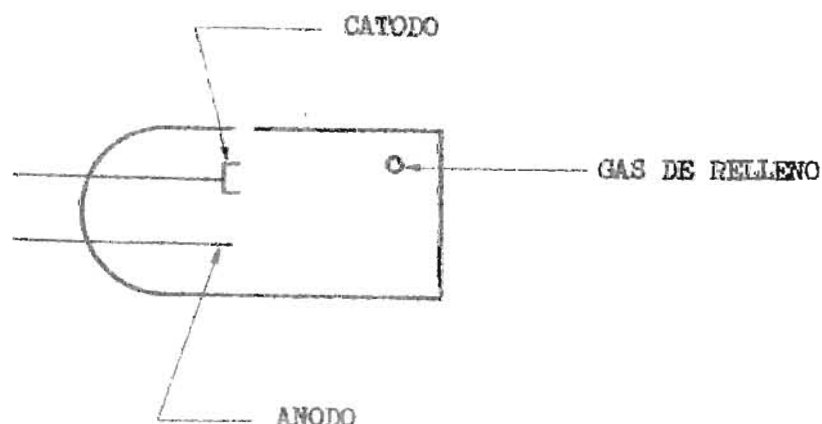
1. Una fuente de luz estable, emitiendo la línea aguda de resonancia del elemento a ser determinado; ésta puede ser una lámpara de cátodo hueco o una lámpara de descarga sin electrodo.
2. Un sistema de llama dentro del cual la solución de la muestra pueda ser aspirada a un flujo estable, y el cual es de suficiente temperatura para producir un vapor atómico de las especies requeridas de los componentes presentes en la solución.
3. Un monocromador para separar la línea de resonancia, no permitiendo radiaciones ajenas al intervalo deseado.
4. Un fotomultiplicador que detecte la intensidad de la energía de la luz que cae sobre él y el cual es seguido por dispositivos para la ampliación y lectura. (8)

5. Un registrador, usado principalmente en la determinación de trazas de elementos.

EQUIPO.

Fuente de Radiación. El diseño de estos instrumentos debe ser de alta resolución, debido a que el elemento por determinar absorbe solamente en líneas muy angostas o sea que la fuente de emisión emita líneas de ese orden. Ya que las líneas de absorción son tan finas resulta muy difícil el uso de una fuente de radiación continua.

La fuente de luz es generalmente una lámpara de cátodo hueco, el cual se fabrica del elemento a ser determinado. Casi todos los elementos se determinan muy efectivamente con este tipo de lámpara. Esquemáticamente se representa así:



Esta lámpara consiste de una envoltura de vidrio de unos 15 cm de largo y 5 cm. de diámetro. Introducidos en su interior se encuentran el cátodo, copa metálica que contiene el elemento a excitar, y el ánodo, formado simplemente por una varilla de tungsteno.

Como gas de relleno se utiliza Argón o Neón a muy baja presión (4 mm de mercurio) pero la elección del gas de relleno varía de acuerdo al elemento metálico. Esta lámpara emite solamente el espectro del elemento buscado, junto con el del gas de relleno.

La cara de la lámpara se hace dependiendo de la longitud de onda que debe transmitir y del diseño de cada fabricante. (10)

Al aplicar un voltaje, los átomos metálicos del cilindro chocan con el gas y se ionizan. Estos átomos ionizados al chocar con la superficie del cátodo desprenden, físicamente, con el impacto producido, átomos de la superficie del metal de que está construido, arrastrándolos a la atmósfera de la lámpara. Los átomos liberados están en un estado excitado y emiten el espectro característico del metal usado en la fabricación del cátodo. Estas líneas son tan finas que pueden llegar a ser totalmente absorbidas por las líneas de absorción de los átomos. Cada cátodo emite el espectro del metal usado en su fabricación, siendo construídos de sales o del elemento en forma pura, dependiendo a vida de la lámpara -- de ese proceso. (9)

Esto en la práctica ocasiona el inconveniente de que para cada elemento que se desea determinar se utiliza un cátodo diferente que contenga ese metal: aunque las líneas obtenidas sean de alta pureza. (9)

Para evitar la presencia de pequeñas cantidades de gases que pueden causar corrosión dentro de la lámpara, se incorpora al sistema una lámina de tantalio.

Algunas veces puede utilizarse como fuente de luz una lámpara de descarga sin electrodo; siendo la ventaja de ésta que el elemento del cátodo no

se pierde, porque está encerrado en un bulbo de cuarzo; por consiguiente este tipo de lámpara tiene una vida mayor. Además posee mayor energía que las de cátodo hueco, pero su desventaja es que necesita una fuente de poder especial.

Atomizadores. La muestra se descompone en sus elementos constitutivos atomizándola o vaporizándola en una llama.

Para facilitar la vaporización de la muestra ésta debe estar en solución, encontrándose los elementos a ser determinados en estado iónico o como compuesto orgánico. Cuando la muestra es nebulizada, se divide en gotas finísimas, introduciéndola así en la base de la llama; las gotitas se evaporan rápidamente quedando el soluto, el que a su vez se descompone en sus elementos constitutivos en estado atómico.

Lo fundamental, en el proceso de Absorción Atómica es la llama, existiendo diferentes formas de introducir la muestra en ella, dependiendo del elemento a ser determinado, así:

Llama	Elementos a determinarse
Convencional	65
Micromuestreo	10
Generación de hidruros	7

Esos tres sistemas utilizan llama, aunque se puede utilizar un dispositivo en el cual se usa un horno de grafito, determinándose así aproximadamente 60 elementos.

Tipos de llama

<u>Oxidante</u>	<u>Combustible</u>	<u>Temperatura °C</u>	<u>Tipos de elementos para la que es adecuada</u>
Aire	Gas Natural	1700-1900	a) Elementos alcalinos, Zn, Cu, Cd, Pb.
Aire	Acetileno	2125-2400	b) Buena para alcalino-terreos, adecuada para muchos elementos
Aire	Hidrógeno	2000-2050	c) ----
Oxígeno	Acetileno	3050-3150	d) ----
Oxido Nitroso	Acetileno	2600-2800	e) Elementos refractarios: Al, V, Ti, Ta, Be, Si, etc.

Generalmente los tipos de llama más usados son Aire-Acetileno y Oxido Nitroso Acetileno; pero eso dependerá del elemento a ser determinado.

En absorción atómica es parte importante el quemador, ya que en él por medio de una llama se disocian los elementos de sus enlaces químicos, pudiendo entonces absorber energía. Por eso constantemente se hacen modificaciones para mejorar su diseño.

El quemador generalmente está hecho de Titanio sólido; la ventaja de éste es su resistencia a la corrosión aunque se trabaje con soluciones bastante ácidas además no existe problema de determinar Titanio en ese quemador.

En estos quemadores el más usado es de una abertura, aunque para soluciones que tienen gran cantidad de sólidos en solución se usa el quemador de tres aberturas.

Monocromador. Se usa para separar las líneas de absorción de otras líneas que sean emitidas por el cátodo. O sea que las líneas no absorben--

tes se renuevan por medio del monocromador, el cual selecciona una banda de longitud de onda en la zona de la línea espectral de resonancia. (9)

Si la abertura de la rejilla es muy amplia pasa una mayor cantidad de energía y se pierde resolución, además si la abertura es pequeña se desperdicia buena parte de energía; es decir que la amplitud de la rejilla afecta las mediciones. Por ello para diferentes elementos se recomienda diferentes aberturas. Así por ejemplo en el hierro que presenta líneas muy cercanas, deberá elegirse una abertura pequeña. Es decir que es importante mantener el ancho de la banda del monocromador en el valor conveniente.

Detectores. Para este tipo de espectrofotometría se usa como detector un fotomultiplicador, cuya función es aumentar muchas veces la intensidad de energía que recibe y luego dar la señal.

Registrador. La principal ventaja de este registrador gráfico es su utilidad en la determinación de pequeñas cantidades de elementos, ya que posee una gran sensibilidad, pudiendo así obtener las mediciones con mayor exactitud.

Equipo adicional. Entre estos instrumentos los más usados son: un regulador de voltaje, usado para evitar fluctuaciones de la corriente eléctrica; un regulador de flujo y un compresor.

Además para controlar las condiciones de humedad apropiadas para el equipo se usa un deshumidificador o un sistema de aire acondicionado.

INTERFERENCIAS.

Las interferencias pueden controlarse seleccionando un sistema de -- muestreo adecuado. Pueden ser: de origen químico, de ionización, de absorción molecular y de matriz. Pero las de mayor importancia son -- las de origen químico, que son generalmente el resultado de una disociación incompleta de los compuestos del elemento a estudiar. Se debe a que los compuestos al llegar a la llama, ésta no posee suficiente energía para disociarlos o puede ocurrir formación de nuevos compues--tos en la llama. Esta interferencia es difícil de compensar. Algunos métodos para minimizarla es adicionar lantano, uso de llama más calien--te o utilizar método de adiciones. (10)

Algunas veces los aniones que acompañan al ión metálico influyen en la muestra. Debido a que la estabilidad del compuesto metálico formado -- en la atomización está afectada por la naturaleza del anión; siendo -- por consiguiente afectada la producción de átomos metálicos en el atomi--zador. Esas interferencias se eliminan preparando las curvas de calibra--ción con el mismo anión presente en la muestra.

Otra fuente de interferencia es el solvente. Se debe a que es más difi--cil reducir el metal al estado atómico en la llama cuando éste se en--cuentra en soluciones acuosas, que cuando está disuelto en un solvente orgánico. Por ejemplo: una concentración dada de un elemento en un sol--vente orgánico, absorbe de dos a cuatro veces más que en un solvente a--cuoso. Es decir, que los solventes orgánicos aumentan la eficiencia del quemador y hacen la posible extracción de un elemento metálico en forma de complejo.

Interferencia por Ionización. Ocurre cuando en la muestra hay átomos o compuestos de elementos que son muy fácilmente ionizables a la temperatura de la llama; y se corrige agregando a la muestra otro elemento que sea más fácilmente ionizable que el elemento de interés (ejemplo, en caso de Bario se añade exceso de Potasio); utilizando el método de adiciones o usando llama más fría pero no es aconsejable porque puede ocurrir interferencia de tipo químico.

Interferencia de Absorción Molecular. Si al absorber la muestra ésta forma partículas sólidas, esas partículas se interponen en el paso de la radiación, reflejándose parte de la energía en diferentes direcciones, causando ésta interferencia debida a la absorción molecular. Para esa interferencia se usa un dispositivo especial llamado corrector de Deuterio; pero la forma más fácil de compensar este fenómeno es igualar la concentración de patrones y de muestra.

SENSIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS

Sensibilidad es la cantidad de señal obtenida por cantidad de muestra y en Absorción Atómica se define como la concentración o peso de un elemento dado que da 1% de absorción o en unidades de absorbancia 0.0044 . Sin embargo en esta técnica es más conveniente hablar de límites de detección para determinado instrumento. Siendo el límite de detección la cantidad o concentración del elemento que determinado veinte veces, diecinueve de ellas dan un valor diferente del valor de señal cero; diciéndose entonces que esa concentración es el límite de detección.

La siguiente tabla muestra el límite de detección y la longitud de onda más apropiada para algunos elementos que se determinan por Absorción Atómica. (Modelo 303 de Perkin-Elmer Corporation).

<u>Metal</u>	<u>Límite de detección</u>	<u>Longitud de Onda (Å°)</u>	<u>Llama</u>
As	0.2	1937	Aire/Acetileno
Cr	0.005	3579	Aire/Acetileno
Cu	0.005	3247	Aire/Prop.
Fe	0.005	3483	Aire/Acetileno
Hg	0.5	2537	Aire/Prop.
Mn	0.002	2795	Aire/Prop.
Ni	0.005	2320	Aire/Acetileno
Pb	0.03	2833	Aire/Prop.
Zn	0.002	2138	Aire/Prop.

Los límites anteriores pueden tener alguna diferencia dependiendo del equipo utilizado y de las condiciones experimentales.

APLICACIONES

Prácticamente la mayor importancia del método de absorción atómica radica en las determinaciones cuantitativas, esto se realiza basándose en curvas de calibración para cada elemento a determinarse y para cada instrumento.

Obteniéndose dichas curvas de resultados experimentales, que provienen de preparar soluciones que contengan el elemento deseado en concentraciones conocidas, determinando su correspondiente medida de absorción.

Entonces, la concentración que corresponde a una solución desconocida dada puede ser determinada de la gráfica por interpolación, si conocemos su absorbancia leída en condiciones similares a las utilizadas en la preparación de la curva de calibración.

Cualitativamente, esta técnica no es muy utilizada, debido a la monotonía de realizar un ensayo para cada elemento, ya que es necesario una lámpara diferente para cada uno. Sin embargo algunas veces es utilizado para determinar la ausencia de un metal determinado.

VENTAJAS

La principal ventaja de la Absorción Atómica, desde el punto de vista analítico, es debida a que no existen interferencias espectrales y muy pocas interferencias químicas en los análisis. En este método la absorción por los átomos es independiente de la longitud de onda a que la absorción se lleva a cabo, y también de la temperatura de los átomos, o sea que el método es relativamente libre de interferencia, lo cual es muy difícil en otros métodos de espectroanálisis de átomos, como por ejemplo: espectroscopía de emisión, fotometría de llama, etc.

En resumen el método de análisis por Absorción Atómica es útil para muchos elementos del sistema periódico, no nos indica la forma molecular en que se encuentra el elemento, pero es un método rápido, sensible y usualmente más preciso que otras técnicas de análisis usadas en determinaciones similares. (8) (10)

ESTUDIO SOBRE LA ACTUALIDAD Y ANTECEDENTES EN EL SALVADOR, DEL CONTROL DE TRAZAS DE METALES EN ALIMENTOS Y BEBIDAS.

Para ello se consultó a las diferentes instituciones donde se lleva a cabo control de calidad. Por ejemplo Mataderos de El Salvador y Quality Meats, que son centros procesadores de carne en el país en los cuales se informó que únicamente existe control veterinario de trazas de pesticidas pero no trazas de metales en alimentos. De manera similar en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), no lo verifican en forma rutinaria, siendo determinados los elementos metálicos únicamente cuando alguna institución lo solicita. Rutinariamente hacen análisis en foliares, productos agrícolas o algunos elementos metálicos que participan en el crecimiento normal de una planta.

Referente a leche se visitó la Dirección General de Sanidad, donde no se lleva a cabo ningún control de este tipo, solamente hacen un Análisis Bromatológico determinando H, proteínas, grasas, humedad y análisis bacteriológico.

En lo que respecta a Cerveza, Vino, Aceites, también no existe control de los iones anteriores, por ningún método.

En conclusión, creo que no existe una investigación de este tipo, debido al alto costo del equipo, además no se lleva a cabo ningún control estatal. Por eso este trabajo puede servir como guía para posteriores análisis.

PARTE EXPERIMENTAL

INTRODUCCION

Los métodos de aplicación de espectroscopia de absorción atómica a la química de alimentos han sido reportados en una amplia variedad de materiales. Habiendo sido determinados muchos elementos principales y algunas trazas de metales a un nivel de 1 p.p.m. y debajo de ese valor. Rutinariamente — estas determinaciones se llevan a cabo en vino, cerveza, productos cárnicos, etc. Siendo también analizados aceites vegetales y aditivos de alimentos por algunas impurezas que puedan contener.

Las publicaciones hechas periódicamente en la aplicación de absorción atómica a la química de alimentos son relativamente pocas, a pesar de la gran mayoría de laboratorios de alimentos que utilizan esta técnica. Tal vez la razón de la escasez de dichas publicaciones es debido a que no existen mayores complicaciones en el uso del instrumento, esto dependerá únicamente de la preparación de la muestra. (11)

La parte experimental que a continuación se indica incluye:

- a) Preparación de las soluciones patrón para cada análisis
- b) Condiciones de operación del instrumento, las cuales dependen del modelo usado, siendo estas suministradas por los fabricantes.
- c) Tratamiento previo a la muestra, el cual es indicado para cada muestra en particular, debido a que es imposible determinar una técnica de operación para cada caso.

PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON

- Solución de Arsénico (1000 ppm) se prepara disolviendo 1.320 grs de As_2O_3 (Oxido arsenioso) en 25 ml de solución de KOH 20% (w/v). Luego se neutraliza con Solución de H_2SO_4 20% (v/v) usando como indicador Fenoltaleína. Finalmente se diluye a 1 litro con solución de H_2SO_4 1% (v/v).
- Solución de Cromo. (1000 ppm). Se disuelven 3.735 grs de K_2CrO_4 (Cromato de Potasio) en 1 litro de agua deionizada.
- Solución de Cobre (1000 ppm) se disuelve 1.000 grs de cobre metálico en un volumen mínimo de HNO_3 (1+1). Luego se diluye a 1 litro con Solución HNO_3 1% (v/v).
- Solución de Hierro (1000 ppm). Se disuelve 1.000 gr de hierro metálico en 50 ml de HNO_3 (1+1). Aforando a 1 litro con agua deionizada.
- Solución de Manganeso (1000 ppm). Se disuelve 1.000 gr de Manganeso metálico en un volumen mínimo de HNO_3 (1+1). Diluyendo a 1 litro con HCl 1% (v/v).
- Solución de Níquel (1000 ppm). Se prepara disolviendo 1.000 gr de Níquel metálico en un volumen mínimo de HNO_3 (1+1). Diluyendo a 1 litro con HNO_3 1% (v/v).
- Solución de Plomo (1000 ppm). Se disuelven 1.598 gr de $Pb(NO_3)_2$ (nitrato de plomo), en 1 litro de HNO_3 1% (v/v)
- Solución de Cinc. (500 ppm). Se prepara disolviendo 0.500 gr de Cinc metálico en un volumen mínimo de HCl (1+1), diluyendo a 1 litro con HCl 1% (v/v).

CONDICIONES EXPERIMENTALES DE OPERACION

Instrumento usado: Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Arsénico

Modelo : 305 A Perkin-Elmer

Lámpara : De cátodo hueco de Arsénico

Long. de onda: 195 nm.

Corriente Aplicada al Cátodo: 19 mA

Slit: 4

Damping: 2

Combustible: Acetileno

Comburente : Aire

Presión de flujo combustible: 8 lbs/pulg²

Presión de Flujo Comburente : 30 lbs/ pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado : 3 ranuras

Cromo

Modelo : 305 A Perkin-Elmer

Lámpara: De cátodo hueco de multielementos (Cr, Ag, Cu, Ni)

Longitud de Onda : 360.8 nm

Corriente Aplicada al Cátodo: 30 mA

Slit : 4

Damping: 3

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de Flujo Combustible : 8.0 lbs./pulg²

Presión de flujo Comburente: 30.0 lbs./pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado: De 3 ranuras

Cobre

Modelo: 305 A Perkin-Elmer

Lámpara: de cátodo hueco de multielementos (Cu, Ag, Cr, Ni)

Longitud de Onda: 326 nm

Corriente Aplicada al cátodo: 30 mA

Slit: 3

Damping: 3

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8 lbs/pulg²

Presión de flujo comburente: 30 lbs/pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado: de 3 ranuras

Hierro

Modelo: 305 A Perkin-Elmer

Lámpara: de cátodo hueco de hierro

Longitud de Onda: 250 nm

Corriente Aplicada al cátodo: 30 mA

Slit: 3

Damping: 2

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8.0 lbs./pulg²

Presión de flujo comburente: 30 lbs/pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado: de 3 ranuras

Manganeso

Modelo: 305 B Perkin-Elmer

Lámpara: de cátodo hueco de multielementos (Mn, Ni, Cu, Co, Cr.)

Longitud de Onda: 280.0 nm

Corriente aplicada al cátodo: 30 mA

Slit: 3

Damping: 3

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8.0 lbs/pulg²

Presión de flujo comburente: 30.0 lbs/pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado: de 3 ranuras

Níquel

Modelo: 305 A Perkin-Elmer

Lámpara: De cátodo hueco de multielementos (Ni, Cr. Ag, Cu)

Longitud de Onda: 233.2

Corriente Aplicada al cátodo: 30 mA

Slit: 3

Damping: 2

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8 lbs/pulg²

Presión de flujo comburente
(a la entrada del aparato) : 30 lbs/pulg²

Quemador usado: de 3 ranuras

Plomo

Modelo: 305 B Perkin-Elmer

Lámpara: de cátodo hueco de plomo

Longitud de Onda: 284 nm

Corriente Aplicada al cátodo: 10 mA

Slit: 4

Damping: 3

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8.0 lbs/pulg²

Presión de flujo comburente : 30.0 lbs/pulg²
(a la entrada del aparato)

Quemador usado: de 3 ranuras

Cinc

Modelo: 305 B Perkin-Elmer

Lámpara: de cátodo hueco de Cinc.

Longitud de onda: 214.5 nm

Corriente aplicada al cátodo: 30 mA.

Slit: 4

Damping: 4

Combustible: Acetileno

Comburente: Aire

Presión de flujo combustible: 8.0 lbs/pulg²

Presión de flujo comburente
(a la entrada del aparato) : 30.0 lbs/pulg²

Quemador usado: de 3 ranuras

TECNICAS ANALITICASTRAZAS DE METALES EN BEBIDASI Análisis de Bebidas Alcohólicas

Estas determinaciones se hacen por comparación de la muestra a ser analizada con las soluciones patrones, las cuales se preparan de manera si milar que la solución de la muestra.

Para todas las muestras de bebidas los elementos analizados fueron: Cu, Fe, Cr, Pb, Mn, Zn.

a) Análisis de Cervezas

La espectroscopía de absorción atómica es usada para determinar la -- concentración de cobre, hierro y otros elementos en cerveza a niveles a-- bajo de 1 ppm. Esto se hace debido a que en la fabricación de cerveza es necesario sostener la concentración de esos elementos a bajos niveles, - porque causan una espumación o un efecto burbujeante indeseable cuando - el contenido es mayor, obteniéndose estas determinaciones con bastante - exactitud y rapidez por este método. (4)

Muestras

1. Cerveza Pilsener
2. Cerveza Suprema
3. Cerveza Malta
4. Cerveza de Barril

Reactivos

- a) Soluciones Patrón
- b) Alcohol etílico

Preparación de la Muestra

La mayoría de elementos a analizar en la Cerveza están a niveles que no necesitan dilución, esto al principio puede causar una obstrucción en el quemador, este problema es casi eliminado usando un quemador de tres aberturas.

El único tratamiento previo a la muestra es la remoción del dióxido de carbono, lo cual se puede lograr transfiriendo la Cerveza de un beacker a otro o por filtración a través de un papel filtro fino.

Las muestras son aspiradas directamente y la concentración del elemento es determinada por comparación con los valores obtenidos para las soluciones patrón. (1)

b) Análisis de Vino

Algunos metales en vino, pueden ser determinados por aspiración directa contra soluciones patrones conteniendo igual cantidad de alcohol. Aunque otros metales requieren un procedimiento de concentración previo a su determinación. Este método describe un procedimiento de evaporación a cenizas el cual ha sido usado para la determinación de niveles bajos de metales en vino. (1)

Muestras

1. Vino Mechazo Blanco
2. Vino Marañón

Reactivos

- a. Soluciones Patrón
- b. Acido sulfúrico concentrado

c. Acido nítrico concentrado

Preparación de la Muestra

Se evaporan 50 ml de muestra de Vino en un crisol de porcelana abierto, - en un baño de arena aproximadamente a 120°C. Cuando el vino se convierte en jarabe espeso, se agregan 4 ml de ácido sulfúrico concentrado. El exceso de ácido se elimina por calentamiento suave, obteniéndose una costra dura de azúcar deshidratada.

Se coloca el crisol en un horno ventilado a 500°C durante 30 minutos. Luego se remueve el crisol del horno y se agregan 2 ml de HNO₃ concentrado. Se calienta a sequedad y se lleva nuevamente a la mufla a 500°C. Este tratamiento con HNO₃ se repite aproximadamente cinco veces hasta obtener cenizas blancas. (1)

Las cenizas blancas obtenidas se disuelven en cinco ml de HNO₃ y se calienta en baño de arena hasta que el volumen se reduce a 2.5 ml. Luego se transfiere a un frasco volumétrico de 5 ml y afora con agua deionizada.

A la solución anterior se le analizan los elementos Cobre, Cromo, Hierro, Plomo, Manganeso y Cinc, los cuales se encuentran a niveles bajos en Vinos.

II. Análisis de Jugos Envasados

Este método describe la determinación de Cu, Cr, Fe, Pb, Mn y Zn en jugos de frutas.

Muestras

1. Jugo de Pera Ducal
2. Jugo de tomate Ducal
3. Jugo de Melocotón Ducal
4. Jugo de Durazno Kern's
5. Jugo de Tomate Kern's
6. Jugo de Pera Kern's

Reactivos

- a. Soluciones patrón
- b. Acido Clorhídrico concentrado

Preparación de la Muestra

Se colocan 20 ml de jugo a ser analizado en un frasco volumétrico de 100 ml. Se le agregan 5 ml de Hcl, se afora con agua deionizada y se centrifuga. En el líquido sobrenadante se analiza la concentración de cada uno de los elementos anteriormente mencionados. (1)

III. Análisis de Bebidas Gaseosas

En este análisis los elementos se determinan por aspiración directa de la muestra a ser analizada.

Muestras

1. Coca Cola
2. Uva Tropical
3. Pepsi Cola

Reactivos

- a. Soluciones patrón

Preparación de la Muestra

La muestra se filtra a través de un papel filtro fino con el objeto de eliminar el dióxido de carbono.

Las muestras se aspiran directamente, determinándose de esa manera la concentración del elemento a analizar. (1)

Se usa un quemador de 3 aberturas para prevenir que los sólidos de la muestra obstruyan la abertura.

IV. Análisis de Leche

Cuando los niveles de concentración de los elementos presentes en la leche es bajo, se verifica un proceso que incluye cenizas secas y extracciones orgánicas, este método es bastante exacto; no siendo conveniente en este caso hacer el análisis directamente quemando las muestras.

Se ha conocido con anterioridad, que el sabor de la leche, conocido como sabor oxidado es el resultado de una alta anomalía en la concentración de Cobre y otros elementos presentes en ésta. En años recientes este problema ha aumentado debido a que la leche es almacenada por largos períodos al ser colectada y pasteurizada; además en muchos animales se usan alimentos preservados sin recursos de forraje verde. Por ello se ha estudiado el efecto de la dieta natural de cobre contenida en la leche, así como también los posibles caminos de contaminación externa de la misma. (7)

Muestras

1. Leche Foremost
2. Leche Copinap

Reactivos

Acido Clorhídrico concentrado

Acido Clorhídrico 2.4 N

Acido Clorhídrico 6 N

Acido Clorhídrico 0.1 N

APDC (Ditiocarbamato de Amonio Pirrolidina)

MIBK (Metilisobutilcetona)

Preparación de la Muestra

Se acidifican 25 ml de muestra de leche con 4 ml de HCl 2.4 N en un crisol y se evapora a sequedad en baño de arena. La muestra seca se calienta suavemente en una mufla a 500°C y se deja durante todo un día a esta temperatura. Después de este tratamiento se obtiene una ceniza gris. Se agrega 2 ml de HNO₃ concentrado y la muestra se evapora a sequedad en el mismo baño.

La muestra seca todavía en el crisol se flamea por pocos minutos colocándose nuevamente en la mufla a 500°C por una hora hasta que se produce una ceniza blanca. La ceniza es agitada con 5 ml de HCl 6 N y se seca en un baño de vapor. Luego se agita nuevamente con 10 ml de HCl 0.1N y se lleva a ebullición.

La solución se transfiere a un Babcock. El crisol original se lava con 10 ml de solución ácida 0.1 N, la cual se lleva a ebullición y se transfiere a la botella Babcock, finalmente el crisol es lavado con 10 ml de agua deionizada, la cual es agregada también a la botella.

Todo el cobre y los demás elementos se han convertido en Cloruro por este proceso, a la solución de la botella Babcock se le agrega un ml de APDC 1% y 10 ml de metilisobutilcetona. La botella Babcock se agita aproximadamente 1 minuto con la mano y se centrifuga 15 minutos. Se separa la fase orgánica por adición de agua. La botella se deja en reposo 10 minutos. El análisis por absorción es corrido en la fase orgánica directamente de la botella Babcock comparándose con los standard preparados por extracción usando como blanco metilisobutilcetona. (7)

TRAZAS DE METALES EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

I. Análisis de Carnes y Sus Derivados

En este trabajo se usa un procedimiento de conversión a cenizas, para la determinación de trazas de Plomo, Arsénico y Cobre.

Muestras

1. Carne de Res
2. Carne de Cerdo

Reactivos

- a. Soluciones Patrón
- b. Solución de Nitrato de Magnesio Hexahidratado, 50% (w/v) en agua --
deionizada. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- c. Acido Nítrico Concentrado

Preparación de la Muestra

Se pesan exactamente de 5 a 6 gr. de muestra en un crisol de Vycor, adicionando 2.5 ml de solución de Nitrato de Magnesio hexahidratado 50% y se lleva a cenizas, por 2 ó 3 horas, o hasta que la muestra esté completamente carbonizada en un hot plate.

Se coloca la muestra preincinerada en una mufla a 500°C , después de 1 hora se saca la muestra, cuidadosamente se humedecen las cenizas con HNO_3 y se regresa nuevamente a la mufla. Se recomienda no usar demasiado HNO_3 porque la muestra puede salpicar cuando está en el horno. El procedimiento de humidificado se repite cada hora hasta que las cenizas son blancas, corrientemente después de dos horas. Posteriormente se --

transfiere en forma cuantitativa la muestra a un volumétrico de 10 ml la
vando cuidadosamente el crisol con un ml de HNO_3 diluido. Se transfieren
los lavados al volumétrico, repitiendo el lavado dos veces. Se afora con
agua deionizada.

Se determina la concentración de los elementos mencionados, directamente
del frasco volumétrico, usando quemador de tres ranuras. (1)

II. Análisis de Pescado

Este método describe la determinación de Plomo, Cobre y Hierro en -
pescado usando el procedimiento de conversión en cenizas.

Muestras

1. Pescado del lago (mojarra)
2. Pescado de mar (mero)

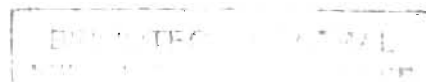
Reactivos

- a. Soluciones Patrón
- b. Acido Nítrico 20% (v/v)

Preparación de la Muestra

Se pesan 4 gr de muestra en un crisol y se carboniza en un hot plate. Se pone el crisol en una mufla fría y lleva a 525°C. Se mantiene así hasta que las cenizas sean blancas. Luego se enfría y se adicionan 15 ml de HNO₃ al 20% y se mezclan con un agitador. Se filtra a través de un papel filtro Whatman No. 42 a un volumétrico de 100 ml el cual ha sido lavado con ácido. Se lava el residuo del papel - tres veces con agua deionizada y se afora hasta obtener el volumen con agua destilada. (1)

El análisis es determinado usando el procedimiento de rutina para cada elemento.



III. Análisis de Aceites Vegetales

La espectroscopía de Absorción Atómica ha sido utilizada con buen resultado para la determinación de metales en varios medios orgánicos. Sin embargo hasta ahora no han sido hechas mayores publicaciones en la determinación de estos elementos en sustancias grasas. En este trabajo se ha querido describir una técnica para estas determinaciones por absorción atómica.

El análisis puede ser corrido en soluciones acuosas o soluciones orgánicas. En este trabajo se seleccionó operar en la fase orgánica, debido a que por este método se evita pérdidas y provee un procedimiento eficiente de análisis. También el uso de un solvente orgánico tiene varias ventajas como son: (6)

- a) Las soluciones orgánicas tiene mayor velocidad de evaporación que las soluciones acuosas, por consiguiente la cantidad de sal sólida presente para un pequeño valor de solución a un instante Δt dentro de la llama es grande.
- b) El uso de un solvente orgánico disminuye la viscosidad de la solución, siendo así incrementado el volumen en el nebulizador -- por unidad de tiempo.
- c) La eficiencia de nebulización es alta porque la tensión superficial de la solución es baja.

Muestras

1. Aceite El Dorado
2. Aceite Orisol

Reactivos

- a. Soluciones Patrón
- b. Acido clorhídrico concentrado
- c. Oxido de lantano
- d. Alcohol metílico
- e. Acetato de etilo
- f. Solución de lantano 1%

Solución de Lantano. Se pesan 58.75 grmos de La_2O_3 , disolviéndolos en ácido clorhídrico concentrado, luego se transfieren a un balón de 500 ml y se afora con solución de alcohol metílico - acetato de etilo 50% (v/v). De esta solución que se encuentra al 10% se prepara la cantidad necesaria de Lantano 1%.

Preparación de la Muestra

Las muestras de sustancia grasa son disueltas en la solución de La, obteniendo una solución 0.1% a 3% (w/v).

Se aspira la solución directamente y se determina la concentración del elemento de interés contra los standard apropiados usando los métodos de rutina. (1)

CALCULOS EXPERIMENTALES Y
CURVAS DE CALIBRACION.

INTRODUCCION

Para determinar las concentraciones de las muestras analizadas, es necesario construir curvas de calibración usando condiciones y concentraciones conocidas y reproducibles. Para obtener mejores resultados estas soluciones patrones deben ser similares a la muestra en lo posible. Rutinariamente es conveniente determinar prácticamente varias soluciones patrones conjuntamente con una serie de muestras desconocidas. Esto permite hacer las correcciones a la curva de calibración por las condiciones existentes al realizar el análisis.

I - ANÁLISIS DE BEBIDAS ALCOHOLICAS

En estos análisis se utilizó un registrador gráfico adaptado al espectrofotómetro, obteniéndose gráficamente la concentración para cada elemento.

En estas gráficas se utiliza la relación directa que hay entre el número de divisiones indicadas por el registrador (altura), las cuales se obtienen para la concentración de la solución patrón, así como también para la concentración del elemento que es estudiado.

Con los datos obtenidos para la solución patrón se construye la curva de calibración interpolando en ella la concentración buscada.

a) Análisis de Cerveza

Las soluciones patrón de cada elemento se preparan por dilución de las soluciones patrón de 1000 p.p.m. hasta obtener una concentración apropiada con agua deionizada y alcohol etílico, de manera que al final la solución contenga 10% (V/V) en alcohol. (1)

Para que las soluciones patrón posean una concentración apropiada se preparan dependiendo de la absorción de la muestra, de manera que la absorción para el patrón de concentración más alto no deberá ser menor que la absorción de la muestra.

- Determinación de Cromo

De la solución patrón de 1000 p.p.m. de Cromo se preparan patrones acuosos de 0.5, 0.1 y 0.05 p.p.m. de Cr., los cuales deben contener alcohol etílico 10% (V/V).

- Determinación de Cobre

Se preparan las soluciones patrón acuosos conteniendo 0.05, 0.1, 0.2

0.5 y 1 p.p.m de cobre. Agregándoles alcohol etílico de manera que contengan finalmente 10% de alcohol.

- Determinación de Hierro

Se preparan soluciones acuosas conteniendo 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 p.p.m. de Fe, agregándoles alcohol etílico en un volumen de 10% (V/V).

- Determinación de Manganeso

De la solución patrón de 1000 p.p.m. se preparan las soluciones acuosas conteniendo: 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 p.p.m. de Mn, a los cuales se agregan alcohol etílico en un volumen de 10% (V/V).

- Determinación de Plomo

Se preparan soluciones patrón acuosas conteniendo 0.005, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 p.p.m. de Pb con un volumen de alcohol de 10% (V/V).

- Determinación de Cinc.

De la solución patrón de 500 p.p.m. de Cinc, se preparan las soluciones acuosas conteniendo 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 p.p.m. de cinc. Agregándoles alcohol en un volumen 10% (V/V).

RESULTADOS DE ANALISIS DE CERVEZAS

Muestra de Cerveza	p.p.m. Cu	p.p.m. Fe	p.p.m. Cr
Pilsener	0.213	0.067	0.0250
Suprema	0.140	0.042	0.0295
Malta	0.150	0.072	0.0275
Barril	0.220	0.070	0.0260

Muestra de Cerveza	p.p.m. Pb	p.p.m. Mn	p.p.m. Zn
Pilsener	0.00	0.240	0.035
Suprema	0.04	0.350	0.210
Malta	0.00	0.420	0.150
Barril	0.00	0.250	0.060

Las concentraciones en p.p.m. contenidas en la solución muestra se obtienen a partir de las curvas de calibración descritas en el Apéndice.

b) Análisis de Vino

Las soluciones patrón se preparan por dilución apropiada para cada elemento. Agregando ácido nítrico concentrado a cada patrón, de manera que la solución final contenga 50% (v/v) HNO_3 . (1)

Cálculos:

$$\text{Concentración del elemento (p.p.m.)} = \frac{\text{(p.p.m. en la solución muestra)}}{(0.1)}$$

RESULTADOS DE ANALISIS DE VINOS

Muestra de Vino	p.p.m. Cu	p.p.m. Cr	p.p.m. Fe
Mechazo	0.36	0.030	0.076
Marañón	0.61	0.043	0.100

Muestra de Vino	p.p.m. Pb	p.p.m. Mn	p.p.m. Zn
Mechazo	0.0899	0.02	0.04
Marañón	0.0735	0.12	2.50

II - ANALISIS DE JUGOS ENVASADOS

En el análisis de jugos las soluciones patrón se preparan por dilución adecuada para cada elemento, agregando ácido clorhídrico a cada uno de ellos, de manera que la concentración final del ácido sea 5% - (V/V). (1)

RESULTADOS DE ANALISIS DE JUGOS ENVASADOS

Muestra de jugo	Dilución	Lectura	p.p.m. Cu
Pera Ducal	Directa	0.1575	0.1575
Tomate Ducal	Directa	0.2925	0.2925
Melocotón Ducal	Directa	0.0626	0.0626
Durazno Kern's	Directa	0.0625	0.0625
Tomate Kern's	Directa	0.2150	0.2150
Pera Kern's	Directa	0.0725	0.0725
Muestra de jugo	Dilución	Lectura y cálculo	p.p.m. Cr
Pera Ducal	20:100	0.0275 x 5	0.1380
Tomate Ducal	20:100	0.0125 x 5	0.0630
Melocotón Ducal	20:100	0.0230 x 5	0.1150
Durazno Kern's	20:100	0.0225 x 5	0.1125
Tomate Kern's	20:100	0.0230 x 5	0.1150
Pera Kern's	20:100	0.0150 x 5	0.0750

Muestra de jugo	Dilución	Lectura y cálculo	p.p.m. Fe
Pera Ducal	20:100	0.55 x 5	2.75
Tomate Ducal	20:100	0.70 x 5	3.50
Melocotón Ducal	20:100	0.50 x 5	2.50
Manzana Kern's	20:100	0.90 x 5	4.50
Tomate Kern's	20:100	1.00 x 5	5.00
Pera Kern's	20:100	0.70 x 5	3.50

Muestra de Jugo	Dilución	Lectura y cálculo	p.p.m. Pb
Pera Ducal	20:100	0.015 x 5	0.075
Tomate Ducal	20:100	0.045 x 5	0.225
Durazno Ducal	20:100	0.062 x 5	0.310
Melocotón Kern's	20:100	0.062 x 5	0.310
Naranja Kern's	20:100	0.000 x 5	0.000
Pera Kern's	20:100	0.062 x 5	0.310

Muestra de Jugo	Dilución	Lectura y cálculo	p.p.m. Mn
Pera Ducal	20:100	0.236 x 5	1.180
Tomate Ducal	20:100	0.420 x 5	2.100
Durazno Ducal	20:100	0.240 x 5	1.200
Melocotón Kern's	20:100	0.735 x 5	3.675
Naranja Kern's	10:100	0.595 x 10	5.950
Pera Kern's	20:100	0.490 x 5	2.450

Muestra de Jugo	Dilución	Lectura y Cálculo	p.p.m. Zn
Pera Ducal	20:100	0.113 x 5	0.565
Tomate Ducal	20:100	0.240 x 5	1.200
Durazno Ducal	20:100	0.090 x 5	0.450
Melocotón Kern's	20:100	0.760 x 5	3.800
Naranja Kern's	20:100	0.110 x 5	0.550

III - ANALISIS DE BEBIDAS GASEOSAS

Las soluciones patrón de cada elemento se preparan por dilución apropiada con agua deionizada, de las soluciones patrón de 1000 p.p.m.

RESULTADOS DE ANALISIS DE BEBIDAS GASEOSAS

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Cu</u>
Coca Cola	Directa	0.027	0.027
Uva	Directa	0.010	0.010
Pepsi Cola	Directa	0.021	0.021

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Cr</u>
Coca Cola	Directa	0.0295	0.0295
Uva	Directa	0.0330	0.0330
Pepsi Cola	Directa	0.0370	0.0370

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Fe</u>
Coca Cola	Directa	0.1250	0.1250
Uva	Directa	0.1475	0.1475
Pepsi Cola	Directa	0.1700	0.1700

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Pb</u>
Coca Cola	Directa	0.055	0.055
Uva	Directa	0.055	0.055
Pepsi Cola	Directa	0.100	0.100

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Mn</u>
Coca Cola	Directa	0.060	0.060
Uva	Directa	0.055	0.055
Pepsi Cola	Directa	0.075	0.075

<u>MUESTRA</u>	<u>Dilución</u>	<u>Lectura</u>	<u>p.p.m. Zn</u>
Coca Cola	Directa	0.0210	0.0210
Uva	Directa	0.0995	0.0995
Pepsi Cola	Directa	0.0400	0.0400

ANALISIS DE LECHE

Las soluciones patrón se preparan por dilución apropiada de el elemento a ser analizado, agregándole ácido clorhídrico 0.1N de manera que dichos patrones contengan finalmente 25% V/V de HCl.

Luego se colocan 25 ml de una alicuota del patrón acuoso en una botella Babcock y se agrega un ml de APDC 1% y 25 ml de MIBK, se agita la botella Babcock con la mano y se centrifuga durante 15 minutos. (7)

Cálculos

Concentración de Elemento (p.p.m.)= (p.p.m. en solución muestra)(f.c.)

Donde f.c.= factor de concentración

$$f.c. = \frac{\text{Volumen final de concentración en ml}}{\text{Volumen de alicuota tomada para la concentración en ml.}}$$

$$\text{En este caso d.f.} = \frac{10}{25} = 0.4$$

- Determinación de Cobre

Se preparan patrones por extracción de 1, 2 y 5 p.p.m. de cobre

- Determinación de hierro

Se preparan los patrones por extracción de 1, 2 y 5 p.p.m. de hierro

- Determinación de plomo

Los patrones que se preparan por extracción contienen 0.1, 0.2, 0.5 y 1 p.p.m. de plomo.

RESULTADO DE ANALISIS DE LECHE

MUESTRA	LECTURA	p.p.m. Cu
Feremost	2.10 x 0.4	0.84
Copinap	2.25 x 0.4	0.90

<u>MUESTRA</u>	<u>LECTURA</u>	<u>p.p.m. Fe</u>
Foremost.	2.5 x 0.4	1.00
Copinap	1.4 x 0.4	0.56

<u>MUESTRA</u>	<u>LECTURA</u>	<u>p.p.m. Pb</u>
Foremost	0.06 x 0.4	0.024
Copinap	0.04 x 0.4	0.016

ANALISIS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOSANALISIS DE ACEITES VEGETALES

La concentración de las soluciones patrón en p.p.m. del elemento a ser analizado se prepara por dilución apropiada con solución 1% de Lantano. (1)

RESULTADO DE ANALISIS DE ACEITES VEGETALES

MUESTRA	p.p.m. Cr.	p.p.m. Ni
El Dorado	trazas	trazas
Orisol	Trazas	trazas

ANALISIS DE CARNE

Las soluciones patrón se preparan diluyendo apropiadamente la solución patrón de 1000 p.p.m. conteniendo el elemento. Las diluciones son hechas con solución al 10% (V/V) de HNO_3 . (1)

Cálculos

Concentración de Elemento (p.p.m.)=

$$= \frac{(\text{p.p.m. en solución muestra})(\text{f.d.}) (\text{volumen de la solución})}{\text{Peso de muestra en gramos}}$$

Donde f.d. = Factor de dilución

En este caso f.d. = 1.0

- Determinación de Cobre

Se preparan soluciones patrón conteniendo 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 p.p.m. de cobre.

$$\text{p.p.m. Cu (carne de res)} = \frac{1.85 \text{ p.p.m.} \times 1 \times 10}{6.024} = 3.07$$

$$\text{p.p.m. Cu (carne de cerdo)} = \frac{1.6 \text{ p.p.m.} \times 1 \times 10}{6.024} = 2.65$$

- Determinación de Plomo

Para esta determinación se preparan soluciones patrón de 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 p.p.m. de plomo

$$\text{p.p.m. Pb (carne de res)} = \frac{1.3 \text{ p.p.m.} \times 1 \times 10}{6.024} = 2.10$$

$$\text{p.p.m. Pb (carne de cerdo)} = \frac{1.8 \text{ p.p.m.} \times 1 \times 10}{6.024} = 2.90$$

RESULTADO DE ANALISIS DE CARNE

MUESTRA	p.p.m. As	P.p.m. Cu	p.p.m. Pb
Carne de Res	-	3.07	2.10
Carne de Cerdo	-	2.65	2.90

ANALISIS DE PESCADO

Las soluciones patrón son preparadas por dilución apropiada con agua - deionizada, de la solución patrón conteniendo 1000 p.p.m. del elemento a ser analizado.

Cálculo

$$\begin{aligned} \text{Concentración de Elemento (p.p.m.)} &= \\ &= \frac{(\text{p.p.m. en solución muestra}) (\text{f.d.}) (100)}{\text{Peso de muestra en gramos}} \end{aligned}$$

- Determinación de Cobre

$$\text{p.p.m. Cu (pescado lago)} = \frac{0.09 \times 1 \times 100}{4.012} = 2.24$$

$$\text{p.p.m. Cu (pescado mar)} = \frac{0.14 \times 1 \times 100}{4.023} = 3.48$$

- Determinación de Plomo

$$\text{p.p.m. Pb (pescado lago)} = \frac{0.06 \times 1 \times 100}{4.012} = 1.49$$

$$\text{p.p.m. Pb (pescado mar)} = \frac{0.09 \times 1 \times 100}{4.023} = 2.23$$

- Determinación de Hierro

$$\text{p.p.m. Fe (pescado lago)} = \frac{0.15 \times 1 \times 100}{4.012} = 3.74$$

$$\text{p.p.m. Fe (pescado mar)} = \frac{0.18 \times 1 \times 100}{4.023} = 4.47$$

RESULTADOS DE ANALISIS DE PESCADO

MUESTRA	p.p.m. Cu	p.p.m. Pb	p.p.m Fe
Pescado lago	2.24	1.49	3.74
Pescado mar	3.48	2.23	4.47

ESTUDIO DE TOXICIDAD DE LOS ELEMENTOS
ANALIZADOS (As, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn)

INTRODUCCION

Debido a que algunos de los objetivos de este trabajo son, poner en práctica un método rápido de análisis de trazas de metales tóxicos o no, y así poder localizar las posibles contaminaciones que puedan ser ocasionadas por dichos elementos, se hace necesario realizar un estudio toxicológico para cada uno de ellos, pudiendo posteriormente comparar los resultados obtenidos con las Normas mínimas dadas por Organismos Mundiales, observando si estamos dentro de esos límites.

ARSENICO

Las concentraciones de Arsénico en los alimentos varía como resultado de la contaminación industrial y por la contaminación debida al empleo de arsenicales, como insecticidas y como aditivos de los pien sos animales.

El Arsénico no tiene ninguna función esencial en la nutrición.

Los compuestos inorgánicos de Arsénico son muy tóxicos cuando se ingieren en pequeñas cantidades, ocurriendo la intoxicación crónica -- por este elemento en el hombre.

Se ha fijado la dosis máxima admisible de Arsénico en 0.05 mg/Kg de peso corporal por día aproximadamente. (2)

COBRE

En personas adultas no se ha observado nunca casos de carencia de cobre, ni siquiera en las zonas donde esta carencia es grave en el ganado criado en régimen de pastoreo.

Las dietas típicas que provocan una deficiencia cúprica son las que aportan menos de 48 ug diarias por kg de peso corporal. (2)

En cuanto a la toxicidad, se sabe que en la mayor parte de las especies monogástricas se observa una elevada tolerancia para el cobre. Así el comité Mixto FAO/OMS de Expertes en Aditivos Alimentarios ha declarado en su 14º Informe que cuando la ingestión cotidiana de cobre es inferior a 0.5 mg/Kg de peso no es de esperar que aparezcan efectos nocivos en el hombre. Por consiguiente la concentración de este elemento se controla generalmente en la leche debido a la anomalía que ocasiona en el sabor una alta concentración de él y otros elementos.

CROMO

En los estudios realizados sobre la función del cromo en la nutrición, solamente se tiene que tomar en cuenta la forma trivalente ya que ésta es la única que tiene actividad biológica, debido a que en la materia viva no se produce la oxidación de Cr^{+3} a Cr^{+6} . No es fácil evaluar esa función del cromo en el hombre por el pequeño número de casos estudiados, y la insuficiencia de los conocimientos sobre la naturaleza química de los compuestos de cromo presente en los alimentos. Los conocimientos actuales hacen pensar que la toxicidad está limitada casi exclusivamente a los compuestos de cromo hexavalente. El cromo trivalente sólo produce reacciones tóxicas a dosis muy altas. No se dispone de informes sobre la toxicidad del cromo trivalente administrado por vía oral. (1)

Por ahora no es posible determinar cuantitativamente las necesidades humanas de cromo debido a la insuficiencia de los conocimientos actuales de las formas y biodisponibilidad de ese elemento en los productos alimenticios. Se conoce que la eliminación de ese elemento en la orina es del orden de 5-10 $\mu\text{g}/\text{día}$, la cual representa la mayor parte de las pérdidas cotidianas. Por ello se considera que el aporte alimentario requerido oscila entre 20 μg y 500 μg según la naturaleza química del cromo contenido en los distintos alimentos. (2)

Recientemente se ha subrayado la volatilidad de ciertos compuestos de cromo contenidos en algunos alimentos. Por esta razón las necesi-

tras destinadas al análisis se deben preparar a bajas temperaturas.

Para determinar la presencia de cromo en cantidades pequeñas (trazas) se recomienda el uso de la espectroscopia de absorción atómica sin llama siendo ésta una técnica sensible y segura.

Recomiendase intensificar los trabajos en la determinación de la estructura química de los compuestos de cromo presentes en los alimentos y la cantidad de este elemento disponible en los mismos.

Conviene pues esforzarse en obtener técnicas seguras para el análisis de dicho elemento.

En el campo industrial y especialmente en plantas alimenticias, es importante evitar el uso de productos cromados en las torres de enfriamiento o en cualquier otro tipo de maquinaria, pues ello llevaría a una contaminación directa del producto.

HIERRO

El grupo mixto FAO/OMS de Expertos en Necesidades de Hierro ha basado sus recomendaciones relativas al hierro en la cantidad de hierro absorbido a distintas edades en los dos sexos y en el tipo de alimentos habitualmente consumidos. El siguiente cuadro muestra las Ingestas diarias de hierro recomendadas: (5)

		Ingestas recomendadas según el tipo de régimen			
		Absorción de hierro necesaria	Menos del 10% del aporte calórico proviene de alimentos de origen animal.	Del 10-25% del aporte calórico proviene de alimentos de origen animal	Más del 25% del aporte calórico proviene de alimentos de origen animal.
		(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
Lactantes	0-4 meses	0.5			
Niños	1-12 años	1.0	10	7	5
Adolesc. (varones)	13-16 años	1.8	18	12	9
Adolesc. (hembras)	13-16 años	2.4	24	18	12
Mujeres menstruan-tes		2.8	28	19	14
Hombres		0.9	9	6	5

MANGANESO

Hasta ahora nunca se han observado signos de falta absoluta o relativa de Manganeseo en el ser humano, cualquiera que sea su edad, y por consiguiente se ignora cuáles pueden ser sus manifestaciones.

Tampoco se conocen las necesidades mínimas de Manganeseo en el hombre, aunque pueden obtenerse algunas estimaciones provisionales.

Encuestas efectuadas en algunos países sobre el régimen alimenticio de los adultos indican que el aporte de Manganeseo varía entre 2.0 y 8.8 Mg/día. (2)

Nunca se han observado en el hombre casos de intoxicación por Manganeseo debidos a un aporte alimentario excesivo. Esta forma de intoxicación parece prácticamente imposible, excepto en los casos de contaminación industrial. La intoxicación crónica solo se produce en los mineros que han trabajado largo tiempo con mineral de Manganeseo; en estos casos el Manganeseo presente en el medio contaminado penetra en el organismo, sobre todo en forma de partículas de óxido, a través de los pulmones y del tubo digestivo. Los pulmones actúan al parecer como un dispositivo a partir del cual se absorbe constantemente el Manganeseo. En los casos graves, el cuadro psiquiátrico es parecido al de la esquizofrenia y conduce a una invalidez permanente causada por un trastorno neurológico semejante desde el punto de vista clínico a la parálisis agitante o enfermedad de Parkinson.

NIQUEL

En el caso del níquel, la posibilidad de una carencia espontánea en el hombre no parece tener ningún interés práctico.

Existe un amplio margen entre las concentraciones necesarias y tóxicas de Níquel. No se ha señalado hasta ahora ningún caso de intoxicación humana atribuible a la contaminación de los alimentos por este metal. (2)

Convendría precisar mejor la función metabólica del níquel en el hombre, así como evaluar el contenido y la disponibilidad de ese elemento en los productos alimenticios.

PLOMO

Referente al Plomo se sabe que no ejerce ningún efecto beneficioso o deseable sobre la nutrición.

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios en su 16a. Reunión ha adoptado la concentración sanguínea de plomo tolerable de 40 ug/100 gr, esto en los trabajadores sometidos a una fuerte exposición industrial. (3)

Se ha determinado que los adultos absorben el 10% aproximadamente del plomo contenido en los alimentos, siendo posible mayor la absorción en individuos que ingieren poco calcio o que padecen una carencia de hierro. En la ingestión de Plomo influye también la contaminación de la atmósfera por ese elemento.

Debido a que este elemento tiende a acumularse en el organismo y que su absorción puede aumentar es preferible mantener los niveles más bajos posibles en el aporte alimentario; figurando la anemia, trastornos neurológicos y la insuficiencia renal entre los principales efectos tóxicos del plomo. (2)

CINC

Las necesidades alimenticias de cinc están en relación con las cantidades requeridas por el crecimiento, la reparación de los tejidos y la excreción obligatoria.

En el adulto, la concentración de Cinc en los tejidos magros es aproximadamente de 30 ug/gr y el contenido total de cinc en el organismo varía entre 2 y 3 gramos, encontrándose la mayor parte de este elemento en el tejido óseo. (2)

Al parecer, existe un amplio margen entre las cantidades de Cinc necesarias para cubrir las necesidades nutricionales y las dosis tóxicas. Según las observaciones clínicas efectuadas en enfermos tratados con Cinc por presentar trastornos de la cicatrización, el hombre puede absorber unos 200 mg de Cinc elemental en dosis diarias fraccionadas durante largos períodos sin que aparezcan efectos tóxicos.

Una buena fuente de Cinc son los productos alimenticios de origen animal. La carne de buey y de cerdo pueden contener de 20 a 60 ug/g y la leche de 3 a 5 ug/g. El pescado y los mariscos en general, más de 15 ug/g. (2)

Entre los procesos patológicos del hombre que son consecuencias de insuficiencia de Cinc, están el retraso del crecimiento y mala cicatrización de las heridas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCION

Los métodos descritos en este trabajo resultan ser eficientes y exactos en las determinaciones efectuadas; pudiendo también ser aplicados a otros metales no incluidos en este Seminario.

CONCLUSIONES

1. ARSENICO

En algunos países es una práctica corriente añadir compuestos orgánicos de Arsénico a los piensos de las aves de corral y de los cerdos para estimular el crecimiento de estos animales. Por ello se trató de determinar la concentración de Arsénico en la carne animal, pero se presentaron algunas dificultades en el análisis de ese elemento, debido a que en este método, la línea analítica para Arsénico se encuentra en la longitud de onda más baja utilizada, correspondiendo a la zona de ultravioleta lejano. En ese rango gases atmosféricos o de combustión absorben parte de la radiación, siendo necesario el uso de una lámpara más brillante; por esto se recomienda usar una lámpara de descarga, llama Argón-Hidrógeno, uso de corrector de Deuterio o canaleta.

Pero el mejor sistema para la determinación de este elemento por medio de Absorción Atómica es la formación de Hidruros, esto se debe a que el Arsénico es un elemento que reacciona fácilmente con el Hidrógeno para generarlos.

En estas muestras no fue posible detectar Arsénico por no contar con el equipo necesario.

2. COBRE

Se conoce que ciertos sistemas enzimáticos dependientes del cobre participan íntimamente en el metabolismo del Hierro y ello explica las dificultades con que a menudo se tropieza para establecer una distinción entre las anemias causadas por la carencia de uno u otro de esos elementos en la alimentación.

En los datos obtenidos las concentraciones de cobre y hierro están entre los rangos de tolerancia. Sin embargo en las muestras de leche se ve que los resultados para el análisis de cobre varían de 0.8 a 0.9 p.p.m., este contenido tiene influencia significativa en el sabor, esto puede deberse al tiempo de refrigeración al cual ha sido expuesta, aunque algunas muestras en este nivel no presentan un sabor efectivo.

3. CROMO

Para determinar trazas de este elemento en las muestras es conveniente el uso de una técnica bastante sensible y segura como es la espectroscopía de absorción atómica sin llama. Aunque en las muestras analizadas no se usó esta técnica, se obtuvieron datos para algunas de ellas, los cuales poseen un rango de tolerancia permisible, debido a que las reacciones tóxicas del cromo trivalente se llevan a cabo solamente a dosis muy altas.

En algunos casos la contaminación por cromo proviene principalmente del uso de productos a base de cromatos para el tratamiento de aguas de torres de enfriamiento existentes en casi todas las plantas alimenticias.

4. NIQUEL

El contenido de este elemento se trató de determinar en Aceites Vegetales, ya que es usado como catalizador en la hidrogenación catalítica.

Los datos para trazas no pudieron ser obtenidos debido a que el solvente utilizado fue el acetato de etilo y no el acetato de isoamilo, como se recomendaba en la preparación de la muestra. Además se recurrió al método de adiciones y no se logró obtener lectura en el aparato. Esto puede haber ocurrido por no usar el solvente apropiado, ya que para seleccionar dichos solventes, éste debe cumplir varios criterios: (6)

- a) Debe disolver completamente la sustancia grasa a ser analizada.
- b) Debe ser capaz de disolver las sales de los metales presentes en el material a analizar.
- c) Debe ser capaz de disolver la sal de Lantano usada.
- d) Para determinación de trazas deberá contener mínima cantidad posible del ion metálico a determinarse.

Otra causa por la cual no se pudo observar ninguna medición pudo ser debida a falta de accesorios en el aparato; obteniéndose de esa manera mayor eficiencia en el método, no importando que la muestra sea muy viscosa.

5. MANGANESO

Se conoce que en el hombre nunca se han observado casos de intoxicación debidos a un aporte alimenticio excesivo de este elemento; la intoxicación es prácticamente imposible. En las muestras determinadas se llevó

a cabo este análisis para un mejor conocimiento de esta técnica.

6. P L O M O

Es conocido que este elemento no ejerce ningún efecto beneficioso en la nutrición.

Junto con el cromo y el arsénico, son de los elementos más tóxicos para los humanos y animales y por lo tanto su control tendrá que ser más riguroso en los alimentos. Por el momento los niveles de contaminación de plomo en los alimentos estudiados no rebasan los límites máximos, pero no por ello deben descuidarse.

7. C I N C

Aunque no se trata de un elemento tóxico, se le hizo el mismo control - que a los anteriores para tratar de establecer normas de calidad de los alimentos en lo que a trazas de metales se refiere.

II. RECOMENDACIONES GENERALES

Es recomendable adoptar medidas para intensificar los estudios sobre las relaciones entre los elementos que se encuentran en niveles bajos y las enfermedades que su carencia o exceso ocasionan. Existe el caso de muchos elementos los cuales son necesarios en cantidades tan pequeñas y las técnicas de análisis correspondientes tan complejas que sólo los investigadores con un conocimiento muy especializado de la química están en condiciones de estudiar.

1. La fiscalización a que deben someterse los alimentos al ser objeto de una evaluación toxicológica establece prácticamente su inocuidad, debiendo analizarse los posibles peligros que el empleo de un alimento pueda presentar para el consumidor; es decir que debería prestarse con sideración a la evaluación de los peligros de intoxicación que puedan derivarse por la presencia en los alimentos de oligoelementos tóxicos así como también del uso de disolventes, auxiliares de la elaboración, materiales de envase, etc.

Debido a esto se recomienda:

- a) Establecer un control de calidad de los productos alimenticios exis tentes en el mercado nacional.
- b) Fomentar y apoyar la creación de centros para el estudio e investi gación en esta materia.
- c) Establecer un laboratorio de estudios analíticos sobre los produc-- tos alimenticios; que se encargue además, de coordinar los trabajos analíticos que se verifican en las diferentes empresas, para obte-- ner métodos óptimos de análisis.

2. Aunque la selección del método a usarse solamente incumbe al laboratorio en particular, es necesario indicar algunas sugerencias:
- a) Los métodos colorimétricos suelen ser inespecíficos y están sujetos a numerosas interferencias por lo que su empleo debe reducirse al mínimo.
 - b) Siempre que sea posible, debe recomendarse el método más sencillo y menos costoso. Los nuevos y mejores métodos deberán tenerse en consideración, reemplazándose algunos de los métodos de análisis anticuados e inexactos. La espectroscopía de absorción atómica da buenos resultados para determinar muchos elementos de transición y, en el caso de varios de ellos, el horno de electrodos de grafito permite aumentar grandemente la sensibilidad de análisis.
 - c) En el caso de las muestras de referencias normalizadas, antes de certificar su contenido en dichos elementos habrá que analizarlas al menos por dos métodos fundamentalmente distintos y que comprendan diferentes modos de preparación de la muestra.
 - d) El uso del método de absorción atómica expuesto ha ampliado e aproximado la sensibilidad hasta los límites necesarios para estos estudios.
3. Es recomendable que las Organizaciones estatales existentes en el país establezcan y coordinen un programa que obtenga datos sobre el contenido de elementos metálicos tóxicos en los productos alimenticios, dando la máxima prioridad al análisis de leche, la cual

constituye la base de la alimentación.

4. Se recomienda evitar la contaminación de los productos alimenticios con plomo, e iniciar un estudio exhaustivo de dicho elemento en carnes y pescado, tratando de definir las causas que originan la contaminación.

BIBLIOGRAFIA

1. ANALYTICAL METHODS FOR ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY, FOODS PRODUCTS.
Perkin - Elmer Corp.,
Norwalk, Conn., (1964).
2. Comité de Expertos FAO/OMS (1973) LOS OLIGOELEMENTOS EN LA NUTRICION -
HUMANA.
Serv. Inf. Téc., No. 532.
3. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (1972).
EVALUACION DE DIVERSOS ADITIVOS ALIMENTARIOS Y DE LOS CONTAMINANTES
MERCURIO, PLOMO Y CADMIO.
16° Informe (Reuniones de la FAO sobre Nutrición, Serie de Informes -
No. 51; Org. Mund. Salud. Serv. Inf. Téc., No. 505)
4. S.W. Frey; DETERMINATION OF CU, FE, Ca, Na, AND K IN BEER.
Perkin - Elmer Corp.
Newsletter, Vol. 3.22, (1964).
5. Grupo Mixto FAO/OMS de Expertos en Necesidades de Acido Ascórbico, Vi-
tamina D, Vitamina B₁₂, Folato y Hierro (1970)
(Reuniones de la FAO sobre Nutrición, Serie de Informes No. 47; Org.
Mund. Salud. Serv. Inf. Téc.; No. 452).
6. R. Guillarmin; DETERMINATION OF Cu, Mg IN OILS AND FATS.
Perkin - Elmer Corp.
Newsletter, Vol. 5.11, (1966).
7. M.E. Morgan; DETERMINATION OF Cu IN MILK.
Perkin - Elmer Corp.
Newsletter, Vol 3.9, (1964).
8. R.J. Reynolds, B.K. Aldous; ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY.
Griffin Company - London, 13,15 (1970).
9. J. Robinson, L. Vidaurreta; ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.
Departamento de Química, Universidad de Costa Rica 1,11 (1967).
10. C. Sandoval Langenegger, F. Rivera Saravia, R. Melara Vallecillos, S.
Vilanova Arce, V.M. Segura Lemus; Seminario de Graduación.
NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA EN EL SALVADOR. ESTADO AC--
TUAL Y PROYECCIONES EN DESARROLLO. PARTE CUARTA, ESTADO ACTUAL DEL -
CONTROL DE CALIDADES EN EL AGUA PARA USOS MUNICIPALES EN LA ZONA ME--
TROPOLITANA DE SAN SALVADOR, 109-127 (1970).

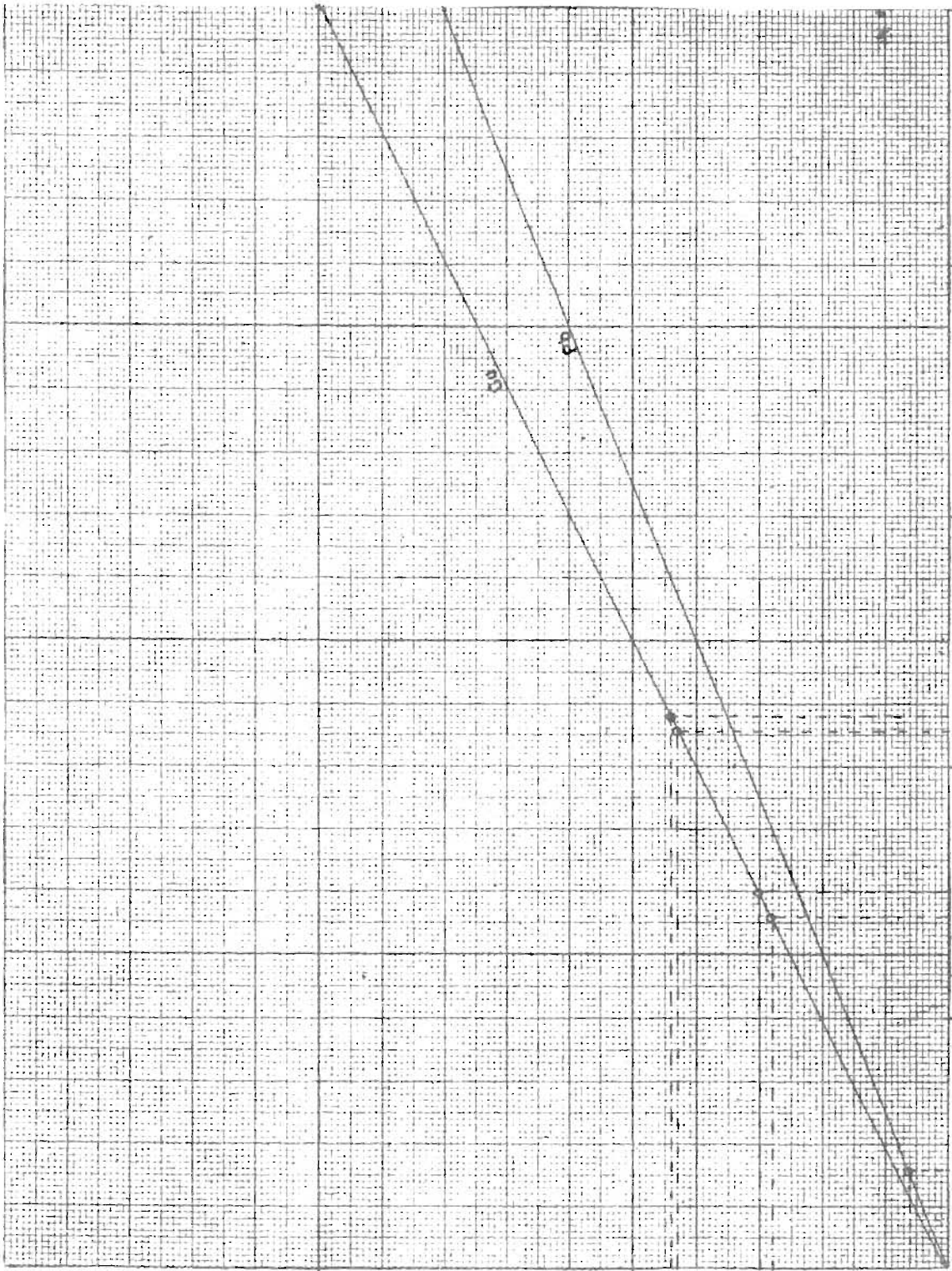
11. W. Slavin; APPLICATION OF ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY IN FOODS INDUSTRY.
Perkin - Elmer Corp.
Newsletter, Vol. 4, 31, (1965).
12. H.A. Strobel; CHEMICAL INSTRUMENTATION,
Addison - Wesley, Reading Mass (1960).



A P E N D I C E

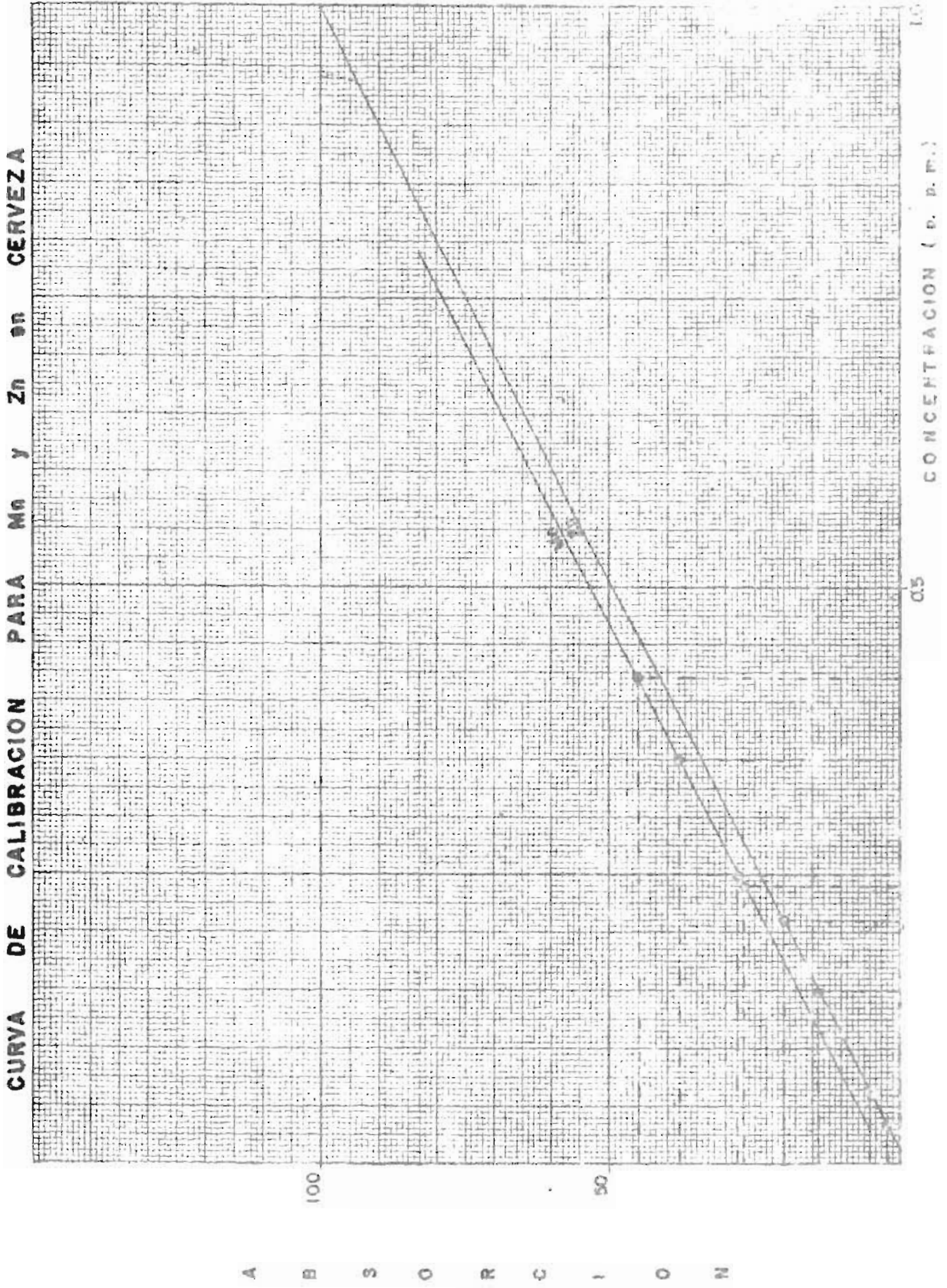
CURVA DE CALIBRACION PARA Cu y Pb en CERVEZA

A
B
S
O
R
C
I
O
N



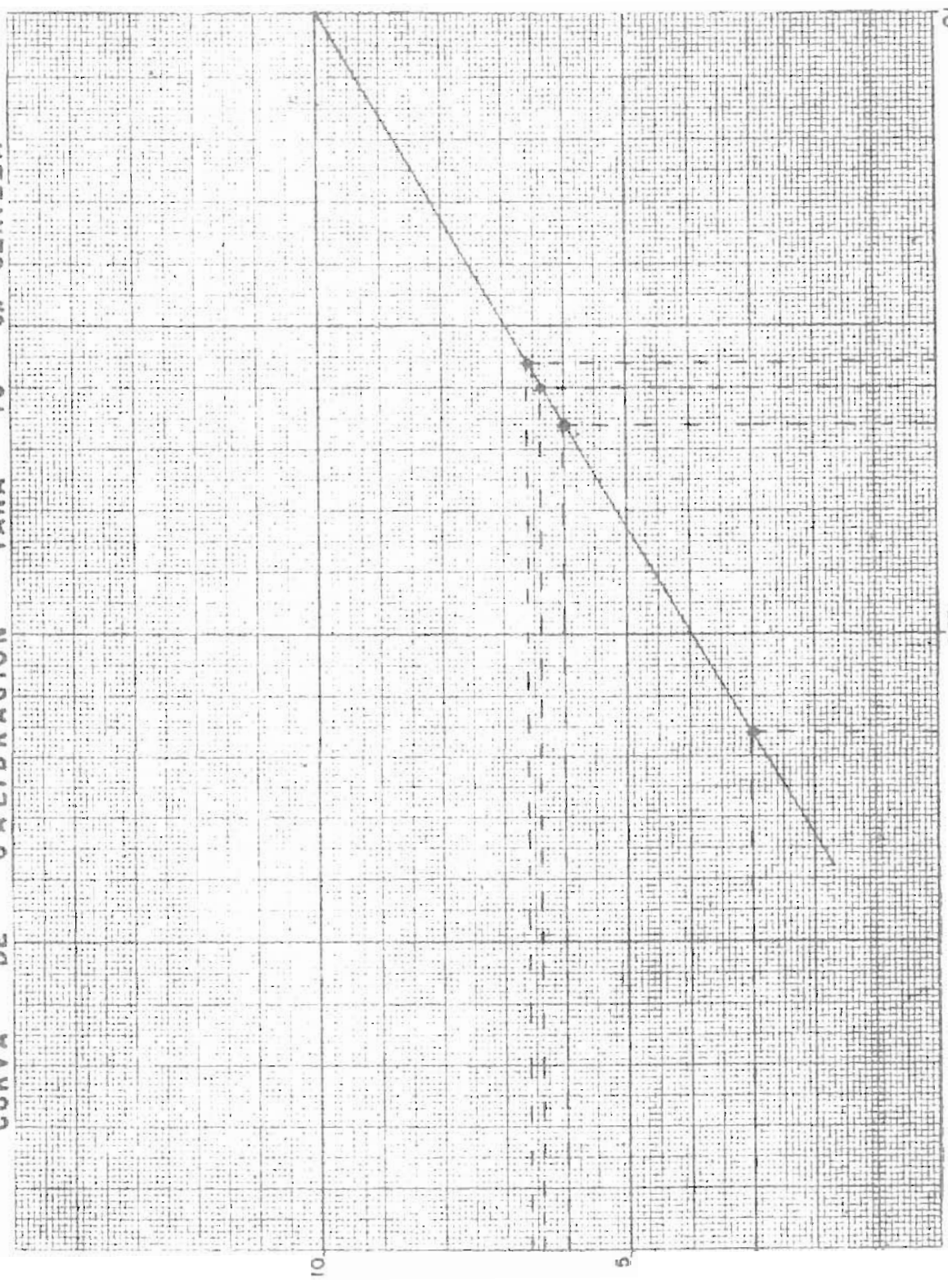
CONCENTRACION (p.p.m.)

CURVA DE CALIBRACION PARA Mn y Zn en CERVEZA



A B S O R C I O N

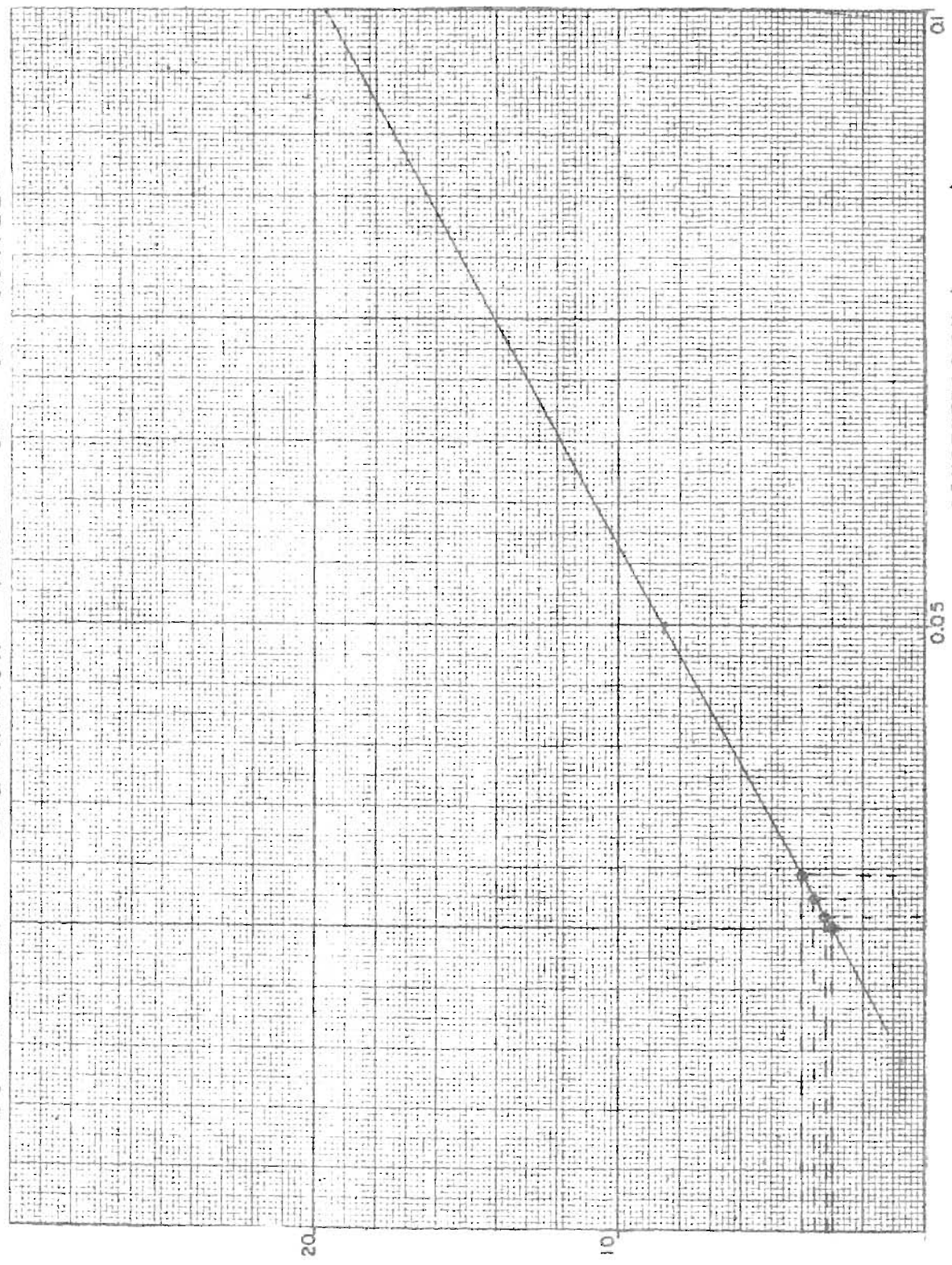
CURVA DE CALIBRACION PARA F₀ en CERVEZA



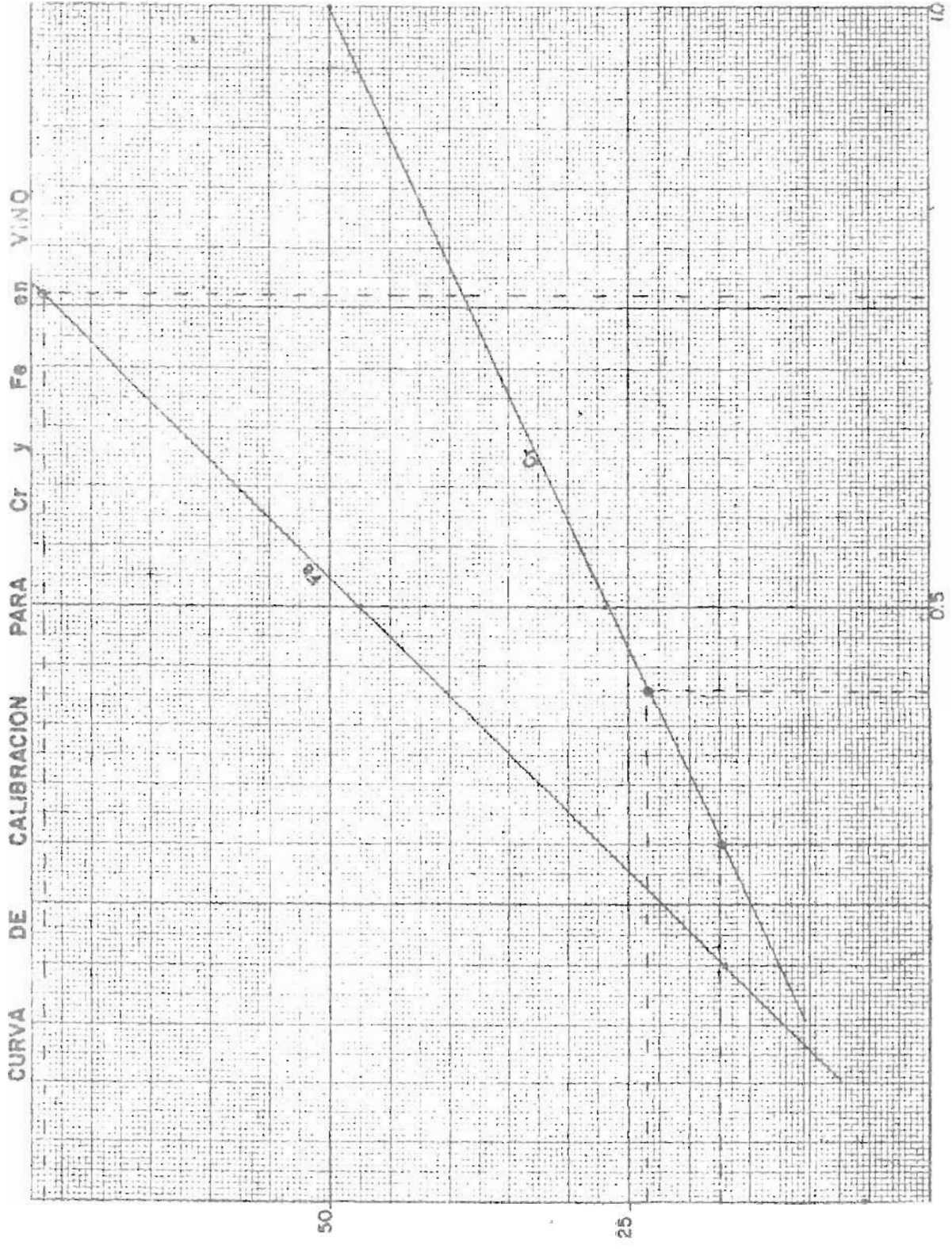
CONCENTRACION (p . p . m .)

CURVA DE CALIBRACION PARA Cr en CERVEZA

A B S O R C I O N

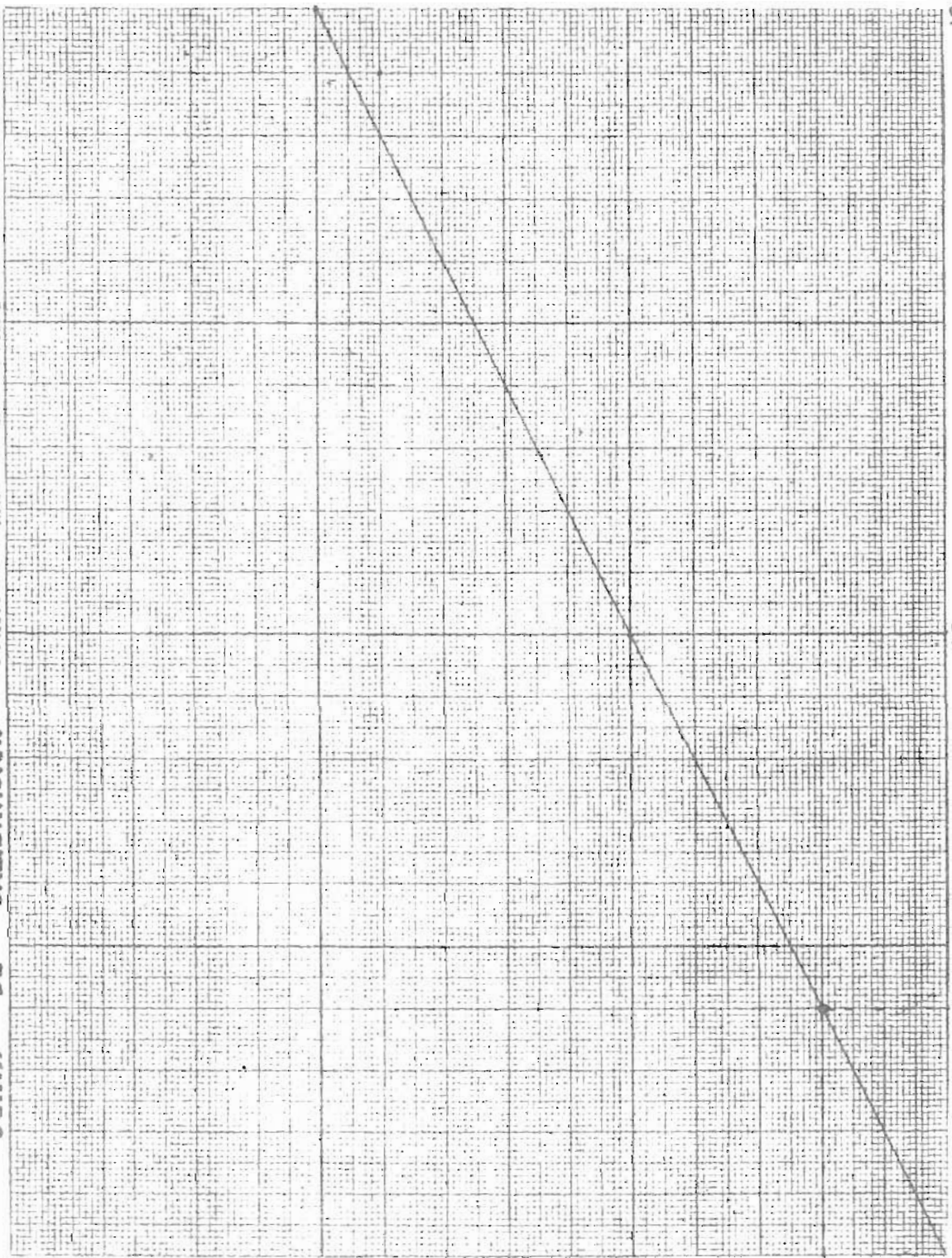


CONCENTRACION (p. p. m.)

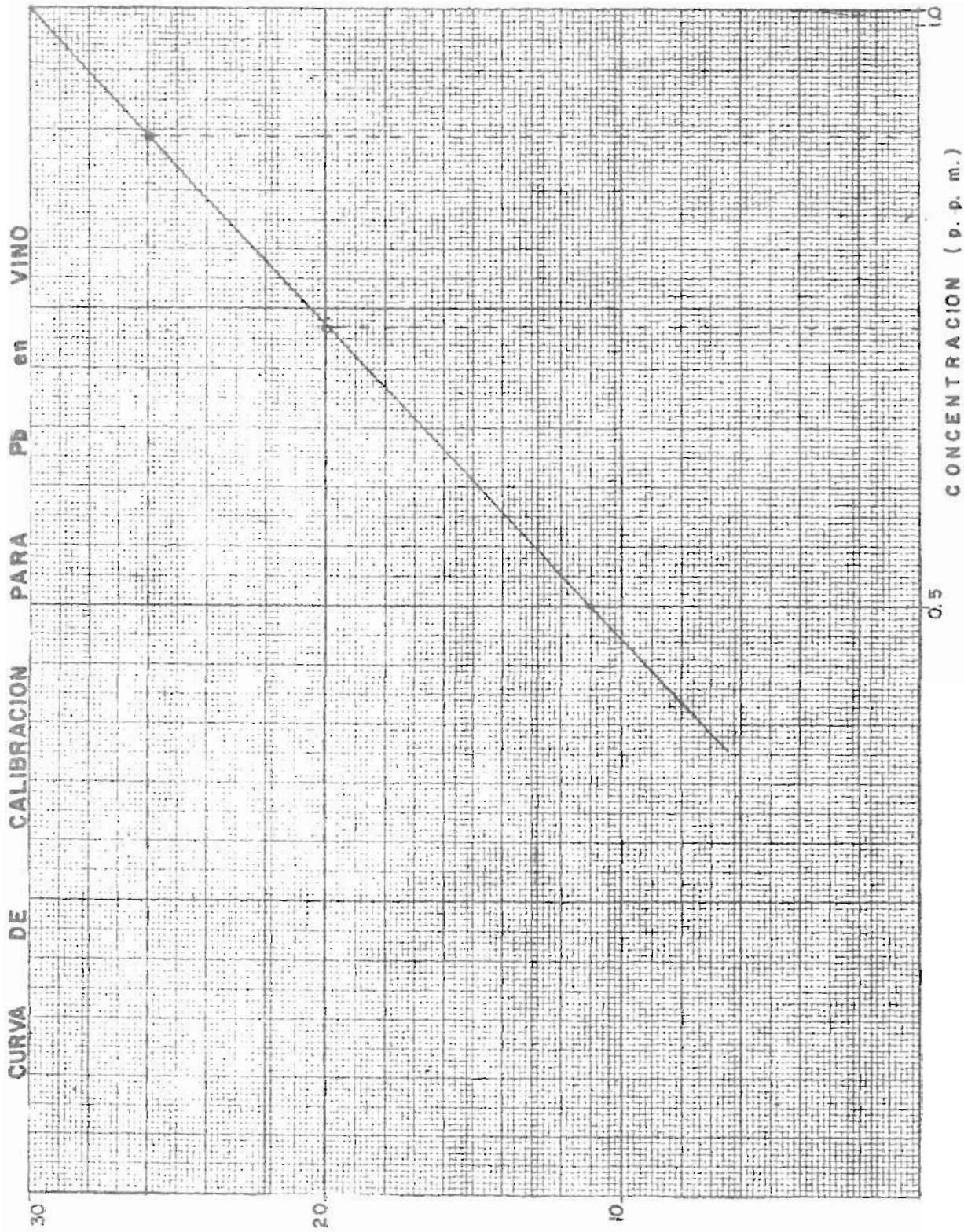


A B S O R C I O N

CURVA DE CALIBRACION PARA Mn en VINO



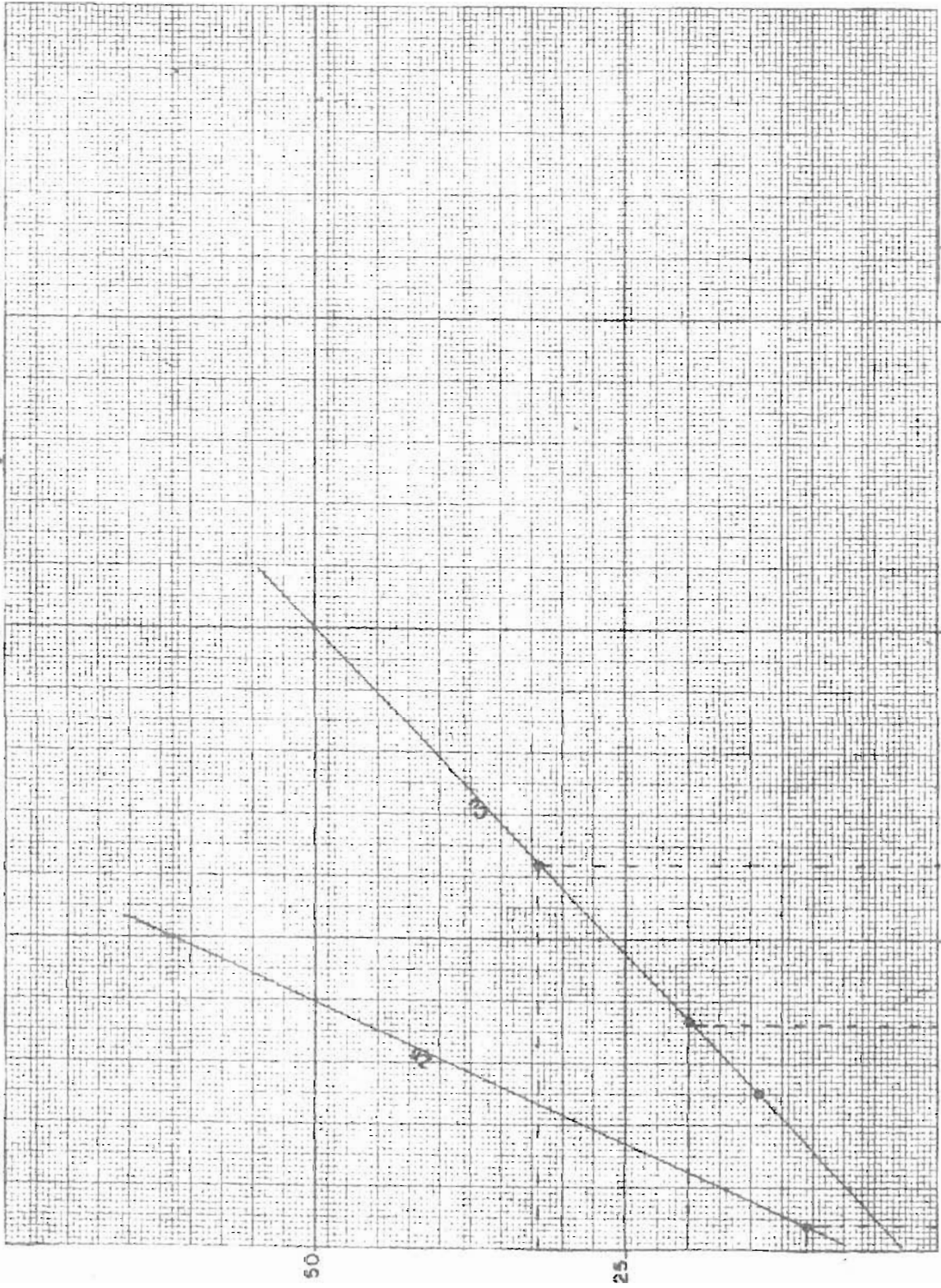
A B S O R C I O N



A B S O R C I O N

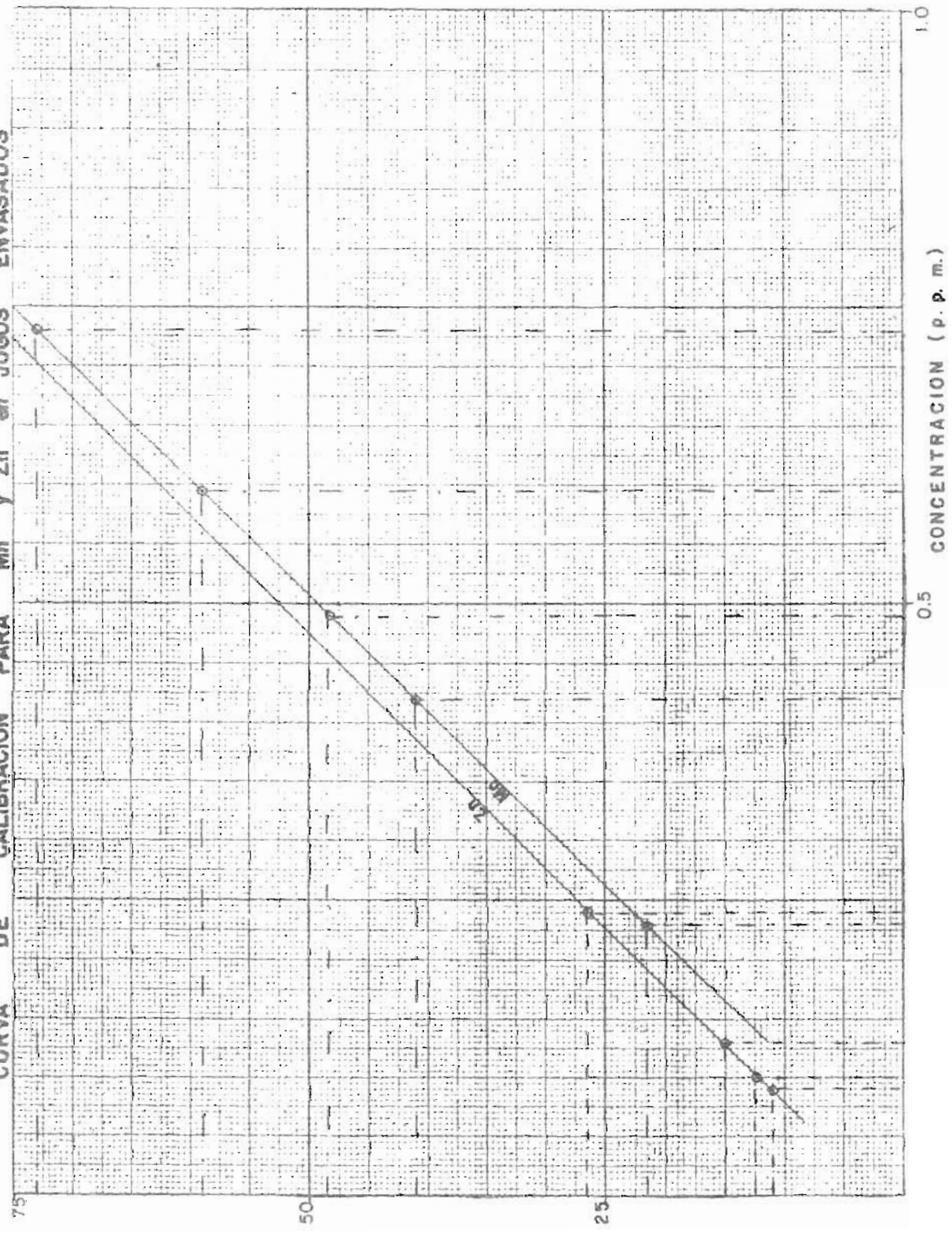
CURVA DE CALIBRACION PARA Cu y Zn en VINO

CONCENTRACION (P. P. M.)



A B S O R C I O N

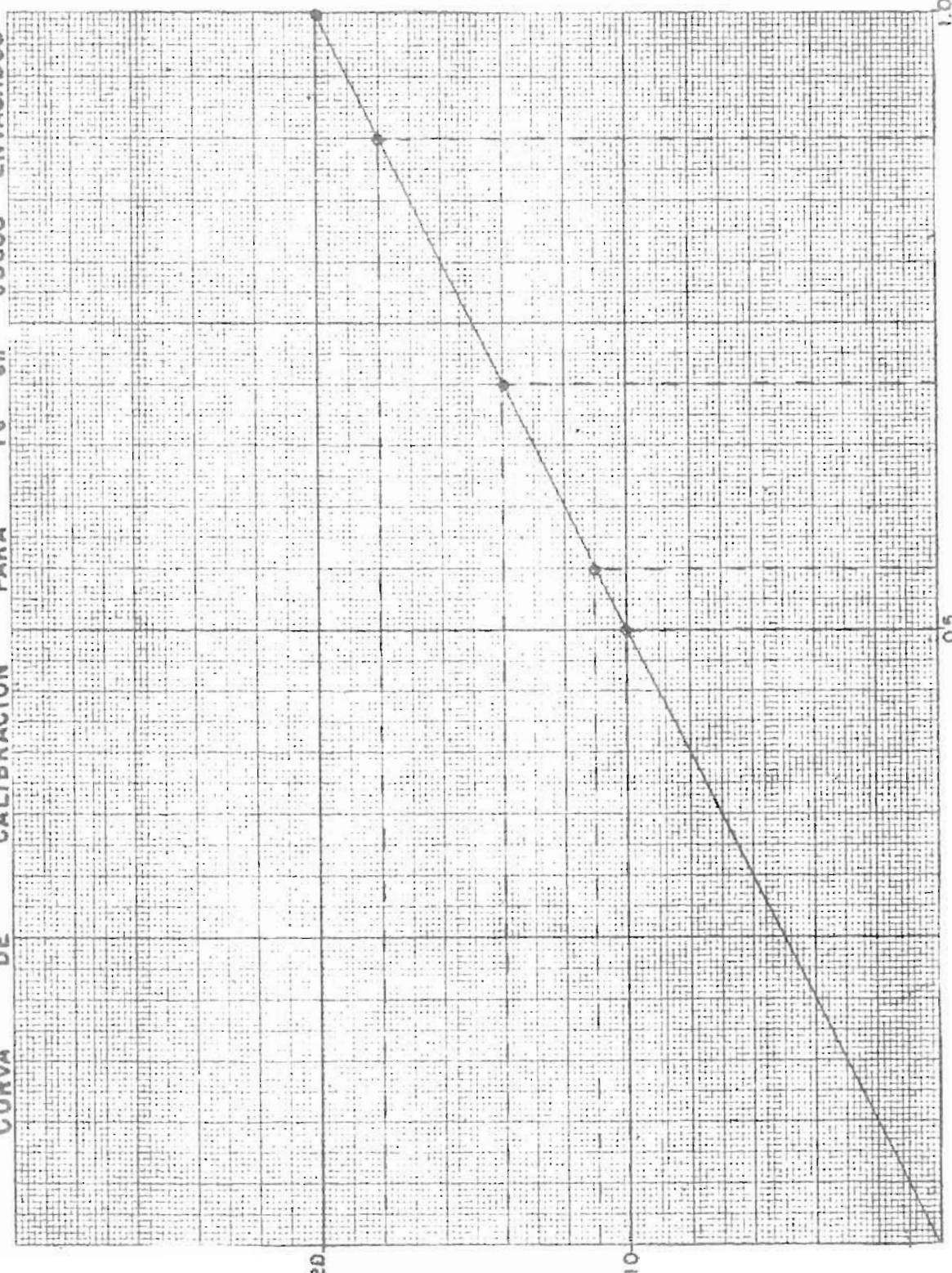
CURVA DE CALIBRACION PARA Mn y Zn en JUGOS ENVASADOS



A B S O R C I O N

CURVA DE CALIBRACION PARA Fe en JUGOS ENVASADOS

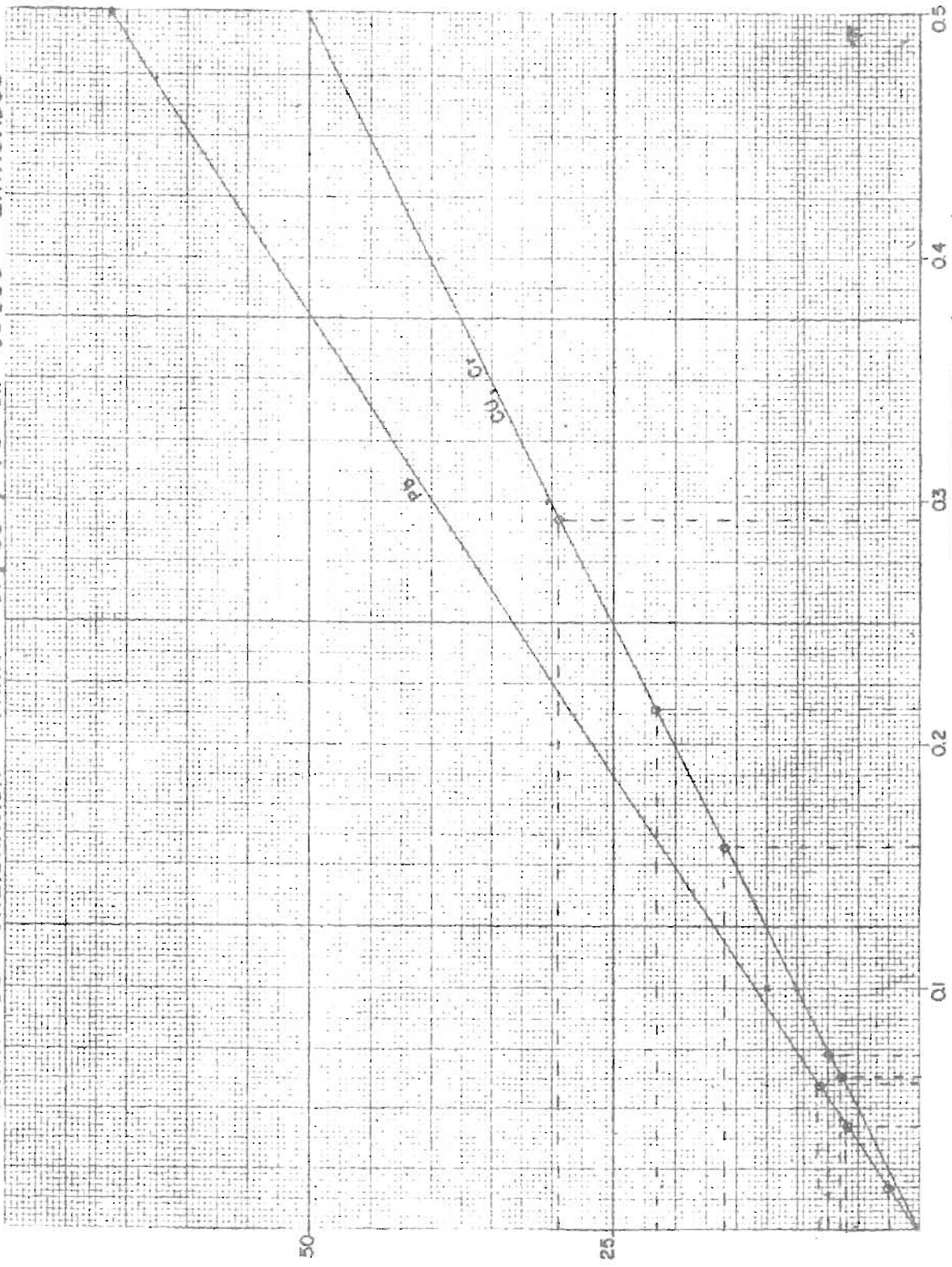
A B S O R C I O N



CONCENTRACION (P. P. M.)

CURVA DE CALIBRACION PARA Cr, Cu y Pb en JUGOS ENVASADOS

A
B
S
O
R
C
I
O
N



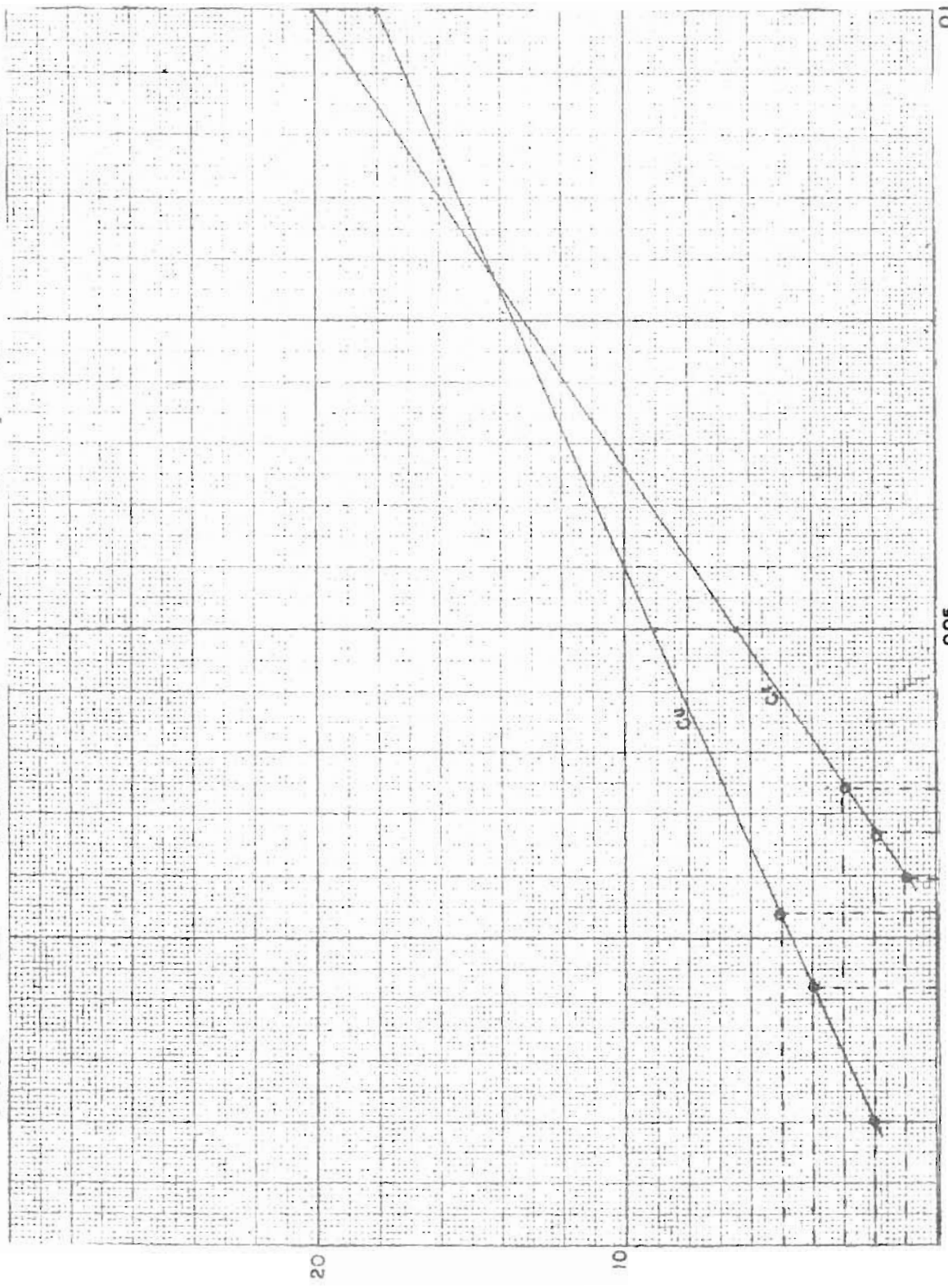
CONCENTRACION (p.p.m.)

CONCENTRACION (p. p. m.)

0.05

0.1

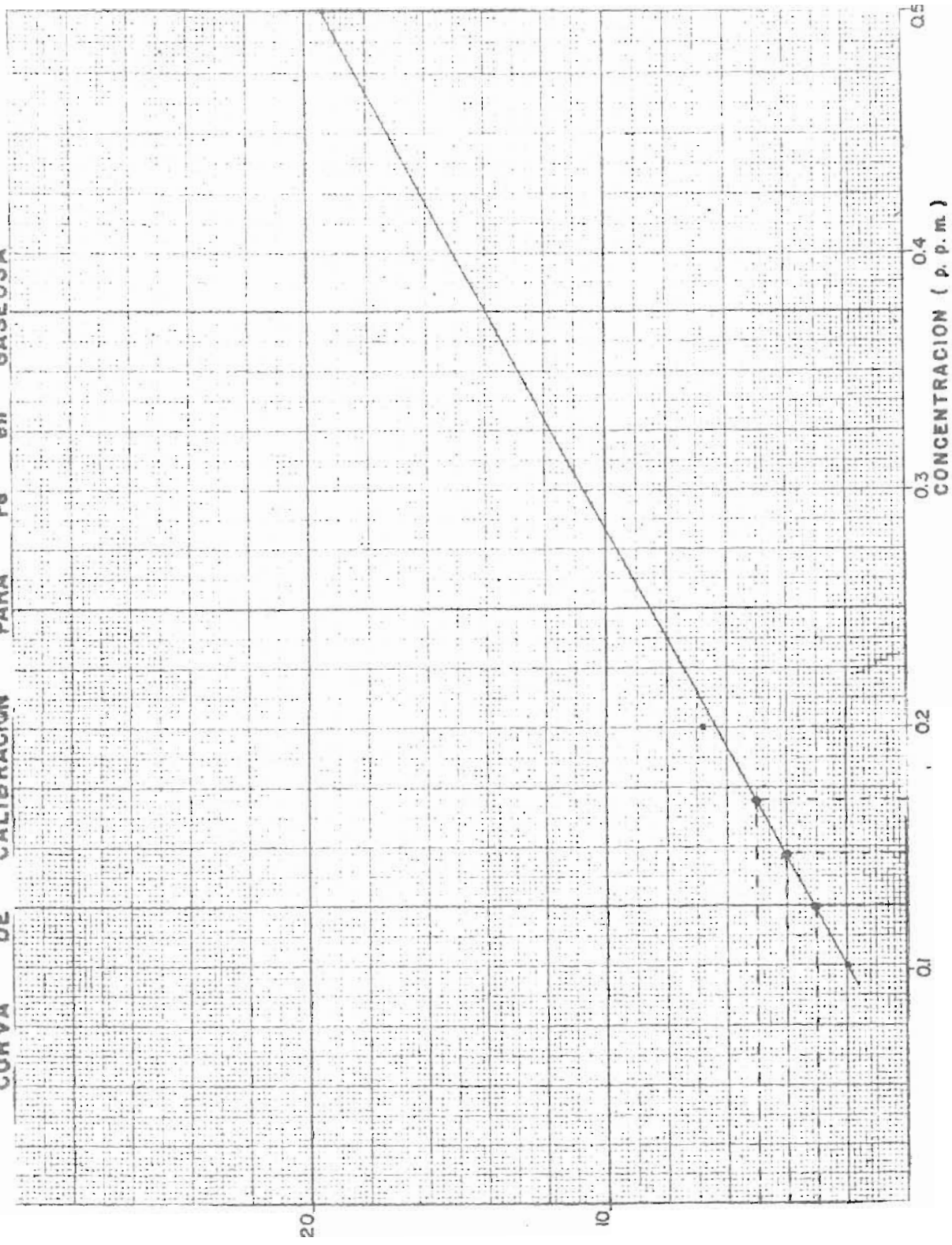
CURVA DE CALIBRACION PARA Cr y Cu en GASEOSA



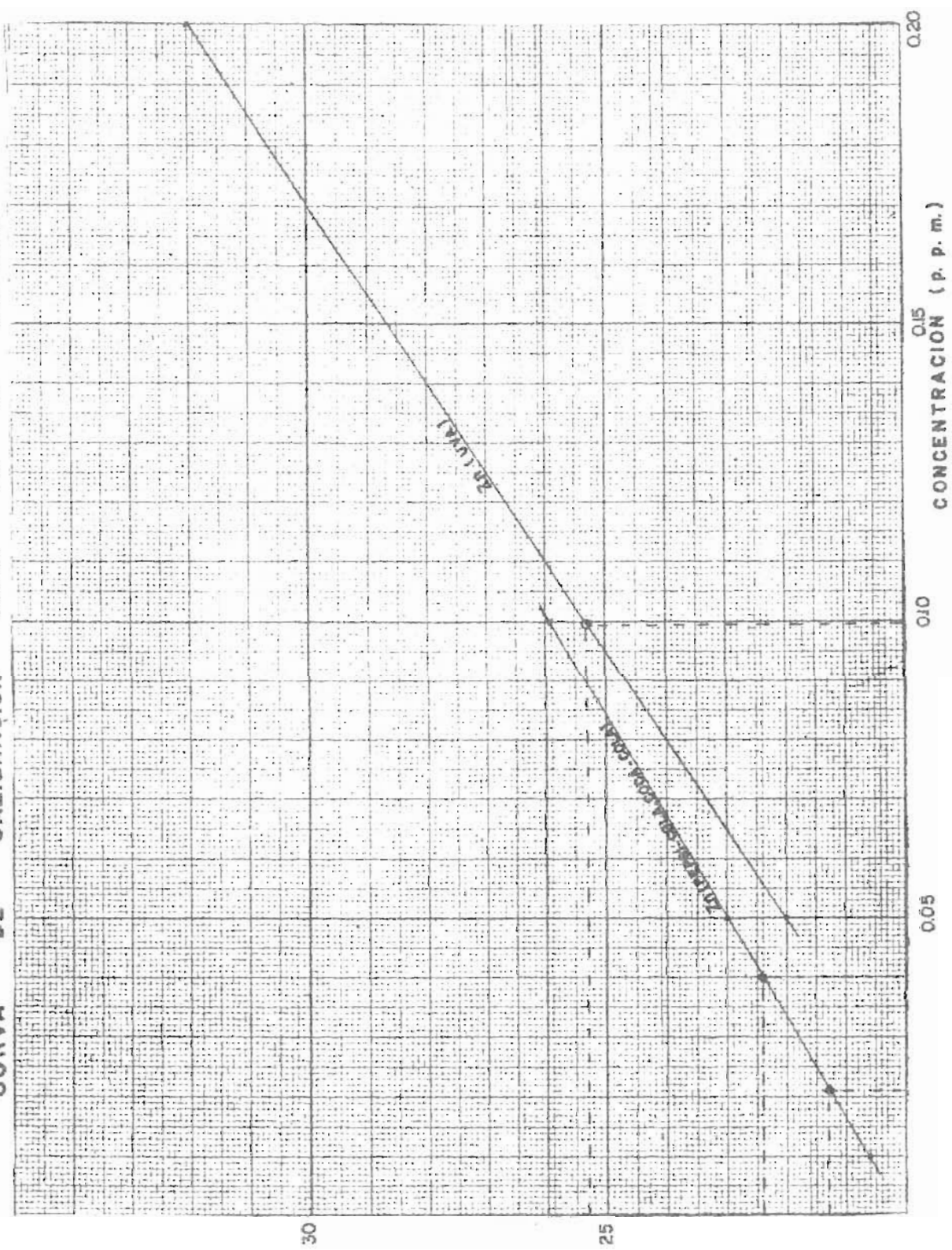
A B S O R C I O N

A B S O R C I O N

CURVA DE CALIBRACION PARA Fe en GASEOSA

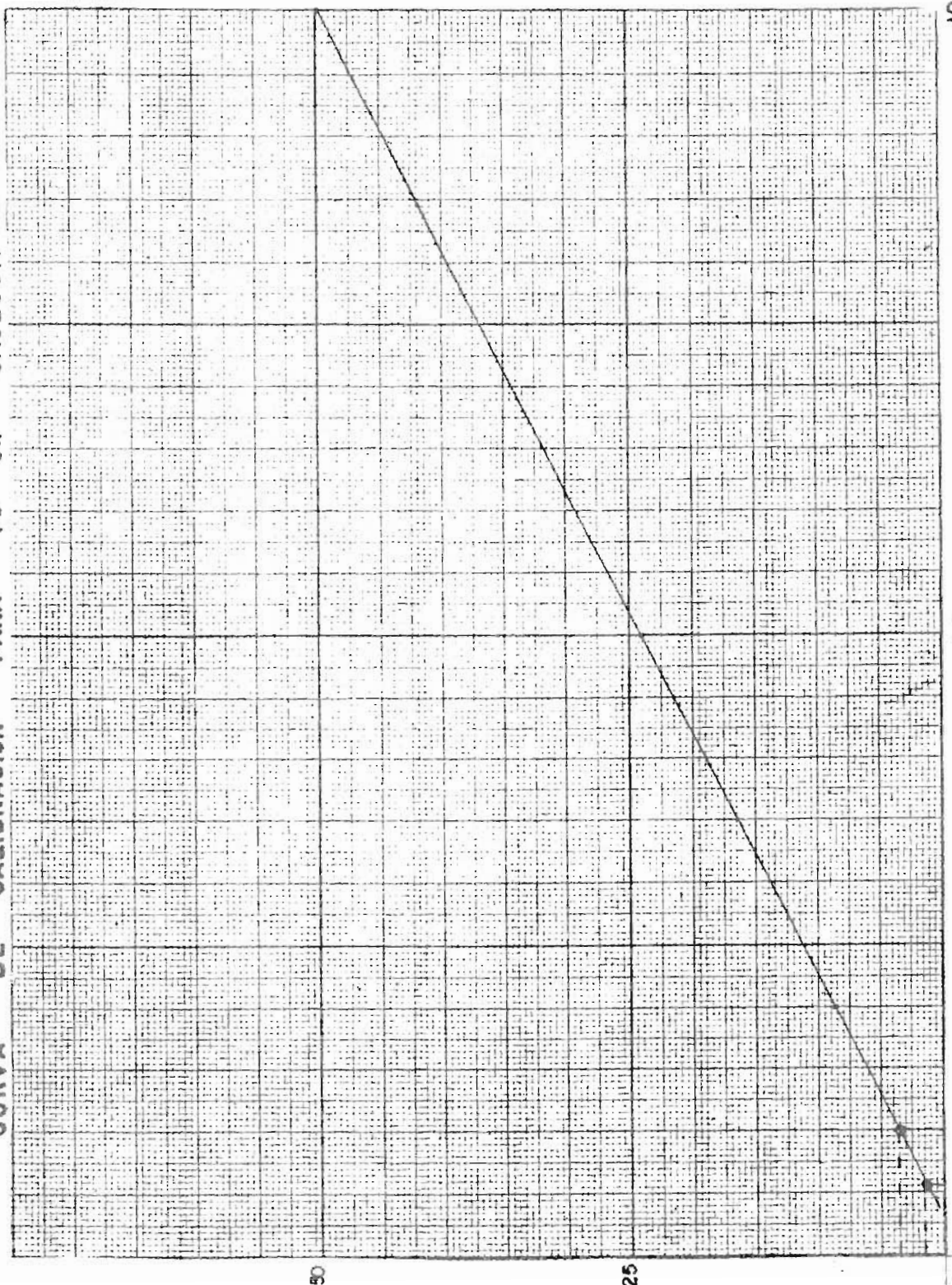


CURVA DE CALIBRACION PARA Zn en GASEOSA



A B S O R C I O N

CURVA DE CALIBRACION PARA Pb en GASEOSA



A B S O R C I O N