

METODO FOTOMETRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO ATMOSFERICO

Yaneth Quintero⁽¹⁾, Miller Camargo⁽¹⁾ Jairo Puente B⁽¹⁾, Alfonso Quijano Parra⁽²⁾

¹ Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Universidad Industrial de Santander

² Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona ,Email:alquiparra@unipamplona.edu.co

ABSTRACT

One of the polluted elements in the environment is the Ozone, it is due mainly to the action of the solar light over the nitrogen oxides and the hydrocarbons. The Ozone is a substance that is toxic, with harmful effects are equal to the mercury cyanide.

The objective of this work is to adapt and constitute an analytic and chemical method, for the determination of the Ozone concentration in the atmosphere, after that, the results are going to be compared with the ozone analyzer (Monitor Labs) of the mobile unit for the monitoring the air quality in Bucaramanga. - For the preparation of the cell of measurement, it is put a filter paper, chromatography paper or wet silica gel with the reagent in a protection tube, the thickness of this paper must be very thin and the surface very big. After that, the air which has ozone is passed through the paper, producing in the paper the isatin which can be extracted by means of a simple solvent as the ethanol, the solution is introduced in a photometer-spectrum with the purpose of finding the absorbency of the isatin need to find the Ozone concentration.

The experimental part included: compilation of the samples in seven different stations during three consecutive months. From the analyzed stations, the one located in carrera 15 with 36 street (Bucaramanga Public Enterprises) showed the most Ozone concentration, however not one station showed an accumulation of Ozone which were over the allowed limits by the standard quality air in Bucaramanga, this is 153 microgram/mt³

KEYWORDS

Ozone, Photometer-spectrum, air, contamination.

RESUMEN

Uno de los contaminantes en el ambiente es el Ozono, que se debe principalmente a la acción de la luz solar sobre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. El Ozono es una sustancia muy toxica cuyos efectos perjudiciales son iguales al mismo cianuro de mercurio.

El objetivo de este trabajo es adaptar e implementar un método químico analítico, para la determinación de la concentración de Ozono y la posterior comparación de estas concentraciones con las del analizador de Ozono(Monitor Labs) de la unidad móvil para el monitoreo de calidad del aire en Bucaramanga. Para la preparación de la celda de mediciones se coloca un papel de filtro, papel cromatográfico o silica gel humedecido con el reactivo en un tubo de protección, el espesor de este papel debe ser muy delgado y la superficie muy grande. Después se hace pasar a través del papel el aire, el cual contiene Ozono, formándose en el papel la isatina, la cuál se puede extraer por medio de un solvente sencillo como por ejemplo etanol; la solución se analiza en un espectrofotómetro para hallar la absorbancia de isatina necesaria para hallar la concentración de Ozono.

La parte experimental incluyó recolección de muestras en siete estaciones durante tres meses. De las estaciones analizadas la que presento mayor concentración de Ozono fue la ubicada en la carrera 15 con calle 36(Empresas Públicas de Bucaramanga), sin embargo en ninguna estación la acumulación de ozono, sobrepaso el limite máximo permisible para la norma de calidad del aire en Bucaramanga, la cual es de 153 microgram/mt³

PALABRAS CLAVES

Ozono, espectrofotómetro, aire, contaminación

1.- INTRODUCCIÓN

La introducción de sustancias químicas en el medio ambiente natural y en el ecosistema antrópico, por una parte y el conocimiento que se tiene de los posibles efectos adversos de esas sustancias químicas en la salud de la población, por otra parte, hacen necesario evaluar la cantidad real de contaminantes presentes en el medio ambiente(1)

Uno de estos contaminantes ambientales es el Ozono que se debe principalmente a la acción de la luz solar sobre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. A nivel del suelo el Ozono O₃ es un fuerte irritante de los ojos y respiratorio, así como un componente importante del smog fotoquímico. También es posible que actúe como un gas de efecto invernadero.(2)

El Ozono es el constituyente más importante de la estratosfera por su propiedad de proteger de la radiación ultravioleta del sol a los organismos vivos que habitan la tierra.

El Ozono urbano también se forma por la reacción de compuestos orgánicos volátiles (COV) que reaccionan con radicales libres en fase vapor. En este proceso se forma NO_2 ; que alimenta el ciclo anterior y conduce a la formación de más Ozono.- Los compuestos orgánicos volátiles y los NO_x se acumulan durante las horas pico de tráfico automotor.- Al salir el sol las reacciones conducen a la formación de Ozono; proceso que continua a lo largo del día. Al ocultarse el sol la producción de Ozono se detiene y su concentración en el aire ambiente tiende a disminuir. La concentración de Ozono a nivel del mar oscila entre 40 y 70 microgram/ m^3 aunque es variable, pues una tormenta provoca formación de Ozono, la luminosidad puede agregarlo a otros contaminantes.- Si la concentración es elevada y la radiación solar intensa, el nivel de Ozono aumenta y puede llegar hasta 1400 microgram/ m^3 (3)

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la concentración de Ozono en la ciudad se seleccionaron los puntos de muestreo teniendo en cuenta factores como:

- Sitios de alta concentración de contaminantes primarios atmosféricos
- Alto flujo vehicular
- Distribución equitativa de los puntos de muestreo sobre la ciudad.

Los puntos de muestreo para determinar el Ozono atmosférico se ubicaron en:

- 1.-Empresas Públicas de Bucaramanga, es una zona central de la ciudad que presenta alto tráfico vehicular; el detector se ubico en la azotea del edificio
- 2.-Acueducto Metropolitano de Bucaramanga-Planta la Flora, poca circulación de fuentes móviles en este sector.
- 3.-Puerta del Sol- presenta alto tráfico vehicular
- 4.-Universidad Industrial de Santander-sitio de comparación de los resultados de determinación del Ozono(método fotométrico) con los datos obtenidos por el analizador ambiental de Ozono de la Monitor Labs de la unidad móvil de monitoreo de calidad del aire, sector de regular tráfico vehicular
- 5.-Autopista Florida-Conjunto Residencial Carabelas- alto tráfico vehicular
- 6.-Reyes Puyana- en el sector del parque de los niños-alto tráfico vehicular
- 7.-Universidad Autónoma de Bucaramanga- este punto fue escogido como referencia para nuestros análisis debido a que esta es una zona residencial, con un tráfico vehicular moderado.
- 8.-Carrera 33 Calle 48, zona comercial con elevado tráfico vehicular.

METÓDICA EXPERIMENTAL

El método de determinación de Ozono Atmosférico(4), se basa en la reacción entre el Ozono y el Indigo, el Ozono convierte una parte de Indigo en dos partes de Isatina..- Esta reacción es un caso particular de la llamada Ozonólisis.

1.-Preparación de los Papeles Filtro

Se preparo una solución en baño ultrasonido de 2 g de Indigo en un filtro de agua destilada, la solución se deja 15 minutos en este baño, luego se introducen entre 10-15 filtros, se dejan tres minutos y se secan durante treinta minutos a una temperatura de 80 ° C .- Se guardan los filtros en bolsas con sello de seguridad para evitar la oxidación del Indigo con el Ozono presente en la atmósfera.- De cada serie realizada se separa un filtro que debe ser almacenado y etiquetado para que sirva como blanco en los posteriores análisis.

2.-Exposición

Se sacan los filtros de las bolsas de seguridad y se colocan en los tubos, donde son asegurados con una abrazadera de plástico, se colocan los tubos en las campanas de protección y se exponen por un período de 7 días al aire libre; la campana de protección tiene como función proteger los tubos de las inclemencias del tiempo, de tal manera que los filtros solo reaccionen con el aire del sitio de monitoreo, por medio de unos orificios que tiene a su alrededor.- Puede ser de un material como :Aluminio, Acero Inoxidable o galvanizado que no permita la oxidación con el tiempo(5).

3.- Extracción

Se sacan los filtros de los tubos y se introducen en un frasco de plastico, al cual se le adicionan 25 ml de etanol absoluto y se llevan a un agitador durante 15 minutos.- Concluida la agitación rápidamente se sacan los filtros de los tubos, se tapa el tubo, este paso debe ser realizado en el menor tiempo posible para evitar que siga el proceso de oxidación del Indigo.

4.-Curvas de Calibración

La metodología de la determinación de Ozono se basa en la Oxidación del Indigo a Isatina, esta es una reacción que genera un cambio colorimétrico de azul a amarillo respectivamente y a medida que existe una mayor concentración de Ozono, se produce un cambio de color más acentuado.

Debido a esto, se tiene la necesidad de realizar una curva de calibración preparando unos patrones de Isatina y pasarlos por el espectrofotómetro, donde posteriormente se leerán los valores de absorbancia de las muestras a analizar.

A los valores de absorbancia de la Isatina se le resta el valor de la absorbancia para el blanco en las muestras problemas, posteriormente se obtiene la concentración de Ozono por medio de la curva de calibración de Ozono.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYOS PRELIMINARES

Se prepararon soluciones de Indigo e Isatina en etanol y se realizó un barrido con el objetivo de conocer el punto de máxima absorción de cada uno de estos reactivos y comprobar la longitud de onda máxima para la Isatina(4) que fue de 403 nm.

CURVA DE CALIBRACIÓN DE ISATINA

Se elabora la curva de calibración de la Isatina; que se utilizará para leer los datos de absorbancia de las muestras problema obtenidas en cada estación.- El procedimiento es el siguiente:

Se preparó una solución madre de Isatina de 1000 ppm, tomando 0.079 gramos de

Isatina y aforando a 100 ml, con etanol absoluto.

A partir de esta solución madre, se realizaron diluciones con etanol, para un volumen de 50 ml para las concentraciones de: 500 ppm, 300 ppm, 150 ppm, 100 ppm, 50 ppm, 10 ppm, 5 ppm y 2 ppm. Estas diluciones deben ser realizadas con la Isatina a temperatura ambiente.

Se realiza un blanco con etanol para ajustar el autocero en el aparato a 403 nm.- Por último se realizan las lecturas de las diferentes soluciones en un orden de menor a mayor concentración en el espectrofotómetro a 403 nm

En la siguiente tabla se muestran los datos de los patrones preparados y sus respectivas absorbancias:

Tabla No 1 Patrones de Isatina y su absorbancia

Isatina ppm	ABS
2	0.0069
5	0.023
10	0.0428
50	0.2047
100	0.4043
150	0.6113
300	1.2591
500	2.0537
Testigo: 20 ppm	
20.629	0.084
20.308	0.083
20.827	0.085
21.247	0.087

CURVA DE CALIBRACIÓN DE OZONO

Se grafican los valores de absorbancia de la Isatina por el método de los tubos de Ozono y la concentración dada por un analizador.- Cada punto de la grafica es la relación entre el valor de absorbancia de la Isatina obtenido del espectrofotómetro, durante una semana de exposición del papel de filtro y la concentración promedio de Ozono durante el mismo tiempo dada por el analizador. Posteriormente a los datos se les aplicó una regresión lineal por mínimos cuadrados, para así hallar la ecuación y mediante ésta obtener la concentración de la muestra problema. Esto se realiza debido a que utilizando la reacción propuesta por el método, no se puede hacer un tratamiento estequiométrico, debido a que la concentración de Isatina esta en un volumen de solución y tenemos que hallar la concentración de Ozono en un volumen de aire, por esta razón es necesario emplear la curva descrita anteriormente.

La siguiente ecuación muestra el resultado de la regresión lineal:

$$Y = - 0.0017 + 0.0593 \cdot x$$

En donde: variable Y: Concentración de Ozono(mg/mt³)

Variable x : Absorbancia de la Isatina

ANALISIS DE LAS ESTACIONES

La concentración de Ozono encontrada en las estaciones de muestreo fue:

Autopista Florida	43.01 microgram/mt ³
Puerta del Sol	58.37
Cra 33 Calle 48	34.71

UNAB	36.54
Acueducto la Flora	60.74
Empresas Públicas	65.37
Reyes Puyana	41.53
UIS	43.25

COMPARACIÓN DEL METODO CON EL ANALIZADOR

El paso más importante y significativo de este trabajo consiste en correlacionar los datos obtenidos por el método fotométrico y compararlo con los datos obtenidos por el analizador de Ozono Monitor LABS.- Para esto se instaló la estación móvil de monitoreo de la calidad del aire junto a los aparatos de medición de Ozono por el método fotométrico, durante una semana en la estación de la UIS.- Se colocaron tres filtros simultáneos y sus resultados se compararon con los reportados por el analizador.

En la tabla No 2 se muestran estos resultados:

Al analizar este resultado vemos que el error relativo en la medición del Ozono atmosférico por el método fotométrico es del 42 %; este porcentaje de error alto, se debe principalmente a la mayor sensibilidad

y precisión del analizador de Ozono, con respecto al método utilizado.

Los resultados finales indican que el método propuesto se puede tomar como una primera aproximación para la determinación de Ozono en el aire.

CONCLUSIONES

Por primera vez en Colombia y en la ciudad de Bucaramanga, se ha analizado la concentración de Ozono en el aire por un método diferente al de un analizador ambiental, mediante una reacción química directa en el sitio de muestreo con determinación final por el método fotométrico.

El método fotométrico de determinación de Ozono atmosférico puede ser útil como una primera aproximación, además tiene la ventaja de realizar mediciones simultáneas, los costos son más bajos, se pueden analizar una mayor cantidad de puntos simultáneamente y el equipo se puede instalar en zonas de difícil acceso.

Tabla No 2. Comparación Analizador de Ozono Vs Método Fotométrico

Duración	Abril 28-Mayo 5	Abril 28-Mayo 5
Tiempo Inicio	13:00	12:00
Tiempo Final	14:15	14:15
Concentración Ozono microgram /mt ³	30.55	43.25

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Lilia Guiza, Jairo Puente B, **Alfonso Quijano Parra**.Revista CLON. No 2 Año 2.003.Pag 15-20 Facultad de Salud. Universidad de Pamplona.
- 2.- Noel de Nevers. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. Mexico. McGraw Hill. 1998,pag 489-490.
- 3.Seoanez Calvo M. Planificación y control de la contaminación ambiental. Editorial Mapfre S.A. Madrid(1985) pag 11-13.
- 4.-Rumpel, Waber et Al, Lehrstuhl fur Bioklimatologie und Imissionsforschung der Universitat Munchen, 1988-1993
- 5-Kosmus, Walter. Monitoring air pollution, with special focus on simple systems.Institute for Analytical Chemistry. Karl-Franzens University, Graz,Austria, 1995, pag 1-10