

Determinación de nitritos en panchos

Alumna: Sofia Silva.

Grupo: 3ro BG Química.

Asignaturas: Análisis Químico, Biorgánica, Microbiología, Química General III y Sociología.

Docentes: Raúl Britos, Anarella Gatto, Catheryn Bermudez, Paula Coronel.

Índice

Resumen	2
Introducción	2
Objetivos generales	2
Marco Teórico	2, 3, 4, 5, 6
Materiales	6, 7
Sustancias	7
Soluciones.....	7
Técnicas.....	7, 8, 9
Recolección de análisis y datos.....	10
Resultados.....	11, 12
Discusión de resultados.....	12
Conclusión.....	13
Bibliografía.....	14, 15
Anexos.....	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

Resumen: La investigación consistió en determinar nitritos en embutidos de carne, en este caso pancho de dos marcas comerciales diferentes, Schneck y Centenario. En el proceso de determinación de nitritos se trabajó con el método colorimétrico (método de Griess). Se planteó la siguiente pregunta investigable: ¿Qué sucede con la concentración de nitritos si varía la marca de los panchos (Schneck y Centenario)? Se notó una variación mínima de los nitritos dependiendo su marca comercial. En los panchos Schneck se obtuvo una concentración total de 0,025g/100g de nitritos, mientras que en los panchos Centenario se obtuvo una concentración total de 0,020g/100g de nitritos.

Introducción: Decido realizar la determinación de concentración de nitritos en panchos de distintas marcas comerciales. La idea surge a partir de ver si estos se ajustan al porcentaje establecido por el reglamento Bromatológico Nacional, según su marca comercial.

Objetivo General:

- Cuantificar la concentración de nitritos en panchos según su marca comercial.

Pregunta investigable:

- ¿Qué sucede con la concentración de nitritos si varía la marca de los panchos (Schneck y Centenario)?

Hipótesis: Los panchos Schneck, son los de mayor costo en el mercado, por lo tanto, poseen mejor ajuste a valores establecidos por el reglamento Bromatológico Nacional que los panchos Centenario.

Marco Teórico:

Los nitritos son sales que se forman cuando el ácido nitroso se combina con una base. El ácido nitroso es una sustancia que se compone de hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (HNO_2).

Pueden aparecer los nitritos en el ámbito natural por la reducción de nitrato en un entorno anaeróbico o por la oxidación del amoníaco o las aminas. Suelen emplearse en la salazón de las carnes. (Pérez Porto, 2019)

El nitrito es utilizado en los productos cárnicos como un aditivo alimentario. Estos forman parte de una Lista de Aditivos Alimentarios por lo tanto seguido del nombre de cada componente se encuentra un número E, los números E son los códigos asignados a los aditivos alimentarios en el marco de la Unión Europea. La E significa Europa y la numeración va desde el 100, agrupándose en conjuntos que se corresponden con una propiedad: colorantes (100), conservantes (200), intensificadores de sabor (600), espesantes, estabilizantes y emulsionantes (400). Este código garantiza que el aditivo ha sido sometido a controles sanitarios y ha superado varias condiciones: que su consumo sea seguro, que su eficacia se haya demostrado y que no induzca a error.

Los tipos de nitritos que podemos encontrar son; nitrito sódico (E250) y nitrito potásico (E249). El nitrito sódico es un conservante sintético, este puede ser obtenido por síntesis de Hidróxido de Sodio E (524) con mezclas de Óxido Nitroso (E942) y Óxido Nítrico. El nitrito potásico también es un conservante sintético. Este se obtiene por síntesis de nitrato de potasio (E252). Ambos son utilizados para prevenir bacterias y microbios. Sirven para elaborar la Sal Nitro o la Sal Cura, que es una sal refinada de mesa con nitritos y nitratos que se utiliza en la conservación y en la curación de carnes y embutidos salados. En el caso del nitrito sódico muchas veces en los ingredientes se ve acompañado de nitrato de potasio para potenciar el efecto de este conservante.

Efectos secundarios: Estos conservantes en grandes dosis pueden reaccionar con la hemoglobina e impedir el transporte de dióxigeno en la sangre (metahemoglobina). Su uso no está permitido en productos dirigidos a

niños menores de 6 meses ya que tienen un tipo diferente de hemoglobina, la cual es mucho más reactiva que la hemoglobina de alguien con más edad. Al mezclarse con cloruro de sodio se transforma en las potencialmente cancerígenas nitrosaminas. (Aditivos-alimentarios, 2019)

Los compuestos N-nitroso, incluyendo nitrosaminas y nitrosamidas, son formados mediante un proceso denominado N-nitrosación (proceso de convertir un compuesto orgánico en derivados nitroso). Este proceso se lleva a cabo en el estómago de los seres humanos en la presencia de nitritos ya que en los alimentos; las proteínas contienen aminas secundarias, por lo que pueden formarse nitrosaminas si reaccionan con nitritos en condiciones ácidas como lo es el medio gástrico. La formación de las nitrosaminas se ve favorecida por la temperatura elevada. Las nitrosaminas son de mayor interés potencial debido a que, después del procesamiento de los alimentos son mucho más estables que las nitrosamidas. (Food-info.net, 2017)

Bajo condiciones ácidas, los nitritos forman ácido nitroso (HNO_2), que se protona y se fragmenta generando agua y el catión nitrosonio $\text{N}=\text{O}^+$:



Posteriormente el catión nitrosonio puede reaccionar con una amina, y se producirá la nitrosamina.

Estructura del grupo nitrosaminas:

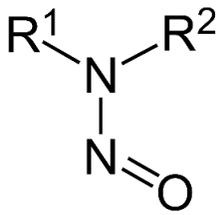


Imagen 1. Estructura del grupo nitrosaminas.

Las empresas que elaboran estos productos tienen que tener en cuenta que hay normas para regular las cantidades de ácido ascórbico o compuestos relacionados que pueden añadirse a la carne, porque inhiben la formación de nitrosaminas. (Wikipedia, 2019)

Al momento que se utilizan los conservantes de nitrito de sodio (E250), nitrito de potasio (E249), nitrato de sodio (E251) y nitrato de potasio (E252), como se nombró anteriormente parte de estos es prevenir las bacterias, sobre todo, para evitar el desarrollo de la bacteria *Clostridium botulinum*, responsable del botulismo, una enfermedad mortal en casos extremos que puede provocar un bloqueo de la función nerviosa y llevar a la parálisis respiratoria y muscular. La cantidad de nitritos añadida durante el proceso de fabricación varía en función del tipo de producto y su curación. (Ocu.org, 2017)

Ciclo de vida de *Clostridium botulinum*: es una bacteria varilla formadora de esporas Gram-positiva relativamente grande que crece mejor en un entorno anaeróbico a un pH de alrededor de 5 y produce una potente neurotoxina. Las endosporas producidas por ella son resistentes al calor y a menudo contaminan los alimentos. Estas esporas pueden germinar y las bacterias comienzan a crecer en los alimentos, más frecuentemente en los alimentos enlatados sin calentar

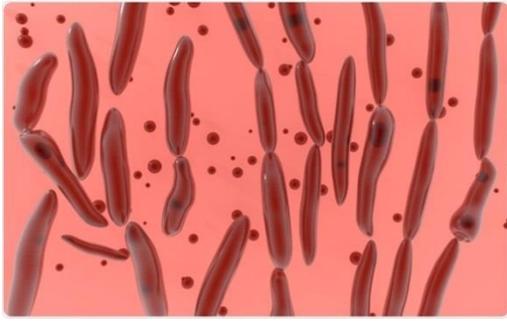


Imagen 2. *Clostridium botulinum* bacterium 3d illustration. Image Credit: MZinchenko / Shutterstock

Esta bacteria se encuentra principalmente en el suelo y los sedimentos de agua dulce. Las esporas de la bacteria también pueden vivir en varios alimentos debido a su naturaleza química y resistencia al calor. Se reproduce por fisión binaria. El ADN contiene un cromosoma circular. La helicasa de ADN desenrolla el ADN en la cadena principal y la replicación ocurre continuamente en una dirección de 5' a 3'. En la cadena rezagada, la replicación ocurre por la unión discontinua de fragmentos de Okazaki. La ADN polimerasa, una pinza deslizante, un cargador de pinzas y ADN primasa actúan sobre la cadena principal para facilitar la replicación del ADN. La ADN ligasa puede unirse al ADN a medida que se sintetiza. Una vez que se sintetiza el nuevo círculo de ADN, esta puede dividirse. Esto implica que los dos círculos de ADN separados se mueven hacia extremos opuestos. Una vez que se han separado, se forma un tabique y la célula pellizca para crear dos bacterias separadas. (Mckenzie, 2019)

Según el Reglamento Bromatológico Nacional (REGLAMENTO TECNICO MERCOSUR DE ASIGNACION DE ADITIVOS Y SUS LIMITES A LA CATEGORIA DE ALIMENTOS CATEGORIA 8, CARNES Y PRODUCTOS CARNICOS) los embutidos deberían cumplir estos requisitos:

8.2.1.3 Cocidos embutidos o no embutidos.

CONSERVADOR	CONCENTRACION EN g/100g
249 Potasio nitrito de	0,015 (3)
250 Sodio nitrito de	0,015 (3)
251 Sodio nitrato de	0,03 (3)
252 Potasio Nitrato de	0,03 (3)

(3) Cantidad residual máxima expresada como nitrito de sodio.

Cualquiera de los aditivos incluidos nombrados anteriormente se encuentra con las concentraciones máximas de empleo admitidas. Está permitido la mezcla de aditivos con igual función siempre que la suma de todas las concentraciones no sea superior al límite máximo de ninguno de ellas. (impo.com.uy, 2019)

En esta práctica se determinan los nitritos a través del Método Colorimétrico también conocido como Método de Griees. Esto se debe a que los nitritos (NO_2^-) se determinan por la formación de un colorante azo púrpura rojizo producido a pH 2,0-2,5 por acoplamiento de sulfanilamida diazotizada con diclorhidrato de N-(1-naftil)etilendiamina (diclorhidrato de NED).

En la siguiente imagen podemos ver el comportamiento donde los nitritos acidificados producen un agente nitrósido que reacciona con ácido sulfanílico para producir el ion diazonio. Este ion se aparea con N-(1-naftil)etilendiamina para formar el cromóforo azo (anexo 1) derivado que absorbe a 540nm.

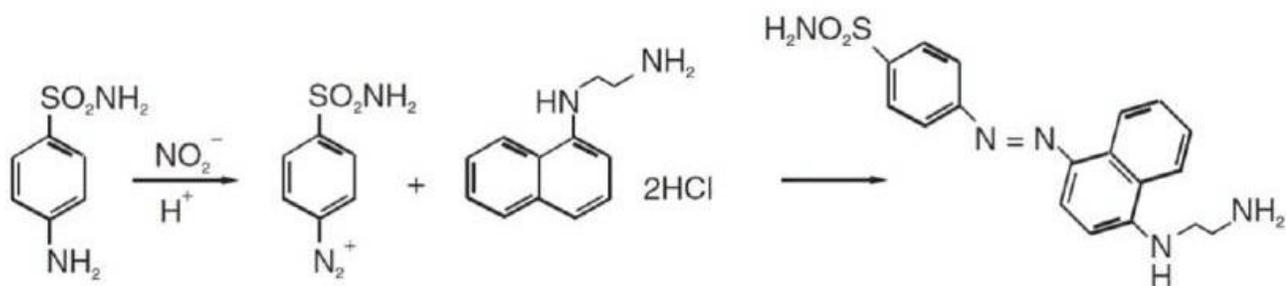


Imagen 3- reacción química donde se produce el ion diazonio y la formación de cromoforo azo. Sebastián A Ferraro

Se debe tener en cuenta las interferencias que pueden haber al momento de realizar la práctica. Debido a la incompatibilidad química que hace imposible la coexistencia de NO_2^- , cloro libre, y tricloruro de nitrógeno (NCl_3). El tricloruro de nitrógeno proporciona un color rojizo falso cuando se añade el reactivo cromógeno. Los iones siguientes interfieren debido a precipitación en las condiciones de la prueba y deben estar ausentes: Sb^{3+} , Au^{3+} , Bi^{3+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , cloroplatinato (PtCl_6^{2-}) y metavanadato (VO_3^{2-}). El ion cobre (II) puede dar lugar a resultados bajos por catalizar la descomposición de la sal de diazonio. Los iones coloreados que alteran el sistema de color también deben estar ausentes y los sólidos que quedan en suspensión deben ser eliminados por filtración.

Instrumental necesario para realizar esta práctica: Se puede realizar por medio de un Espectrofotómetro para uso a 543 nm con 1 cm o más de camino óptico o Fotómetro de filtro, con camino óptico de 1cm o más y provisto de un filtro verde de transmitancia máxima próxima a los 540 nm.

En este caso se utilizó el espectrofotómetro:



Imagen 4. Espectrofotómetro.

Es un instrumento que tiene la capacidad de manejar un haz de Radiación Electromagnética (REM), comúnmente denominado luz, separándolo en facilitar la identificación, calificación y cuantificación de su energía. Su eficiencia, resolución, sensibilidad y rango espectral, dependerán de las variables de diseño y de la selección de los componentes ópticos que lo conforman. Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida. El color de las sustancias se debe a que estas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas, y sólo vemos aquellas longitudes de onda que no fueron absorbidas.

Componentes de un espectrofotómetro:

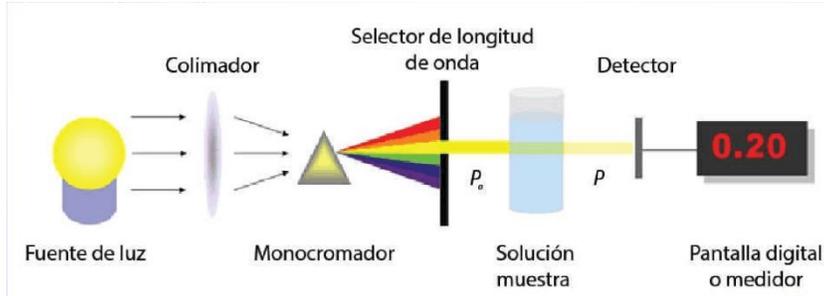


Imagen 5. Componentes espectrofotómetro

Funciones: 1- Da información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra. Esto podemos lograrlo midiendo la absorbancia (A) a distintos largos de onda (λ) y graficar estos valores en función del largo de onda, formando un espectrograma. Como cada sustancia tiene unas propiedades espectrales únicas, distintas sustancias producen distintos espectrogramas. Esto se debe a que cada sustancia tiene un arreglo de átomos tridimensional particular que hace que cada sustancia tenga características únicas. Al ser expuestos a la luz del espectrofotómetro, algunos electrones de los átomos que forman las moléculas absorben energía entrando a un estado alterado. Al recuperar su estado original, la energía absorbida es emitida en forma de fotones. Esa emisión de fotones es distinta para cada sustancia, generando un patrón particular, que varía con el largo de onda usado. Dependiendo del largo de onda, será la cantidad de energía absorbida por una sustancia, lo que logra generar un espectro particular al graficar A vs λ .

2-Dice cuanta cantidad de la sustancia que nos interesa está presente en la muestra. La concentración es proporcional a la absorbancia, según la Ley Beer-Lambert: a mayor cantidad de moléculas presentes en la muestra, mayor será la cantidad de energía absorbida por sus electrones.

La ley de Lambert-Beer establece que la absorbancia está directamente relacionada con las propiedades intrínsecas del analito, con su concentración y con la longitud de la trayectoria del haz de radiación al atravesar la muestra. La expresión matemática de la ley de Lambert-Beer es:

$$A = C \cdot \epsilon \cdot L$$

donde:

A = Absorbancia de la muestra

C = Concentración del cromóforo

L = Longitud del paso óptico que contiene la muestra

ϵ = Absortividad molar. Depende del cromóforo en sí mismo, de la λ y de las condiciones de medida (pH, T, etc). Ya que la absorbancia es adimensional las unidades son concentración⁻¹ longitud⁻¹. (innovacionumh.es, s/f)

Materiales:

- Bureta ($25,00 \pm 0,03$) mL.
- Matraz aforado ($100,00 \pm 0,16$) mL.
- Matraces Erlenmeyer 250 mL.
- Manta calefactora.
- Termómetro.
- Vasos de Bohemia.
- Embudo.
- Pipeta aforada.
- Pipeta graduada.
- Pera de goma.
- Vaso de descartes.
- Soporte y pinza de Mohr.
- Papel secante.
- Probeta de alcance 50 mL.
- Espectrofotómetro.

Sustancias y muestras:

- Sulfanilamida.
- Diclorhidrato de N-(1-naftil)-etilendiamina.
- Oxalato de potasio.
- Panchos Schneck.
- Panchos Centenarios.

Soluciones:

- Solución patrón de KMnO_4 0,05 mol/L.
- Solución patrón de Nitritos.
- Agua destilada.

- Ácido fosfórico 85%.
- Ácido sulfúrico 6 mol/L.
- Ácido acético Glacial 100%.

Técnica:

Método Colorimétrico

El método colorimétrico es adecuado para concentraciones de 5 a 1000 μg de NO_2^- - N/L.

Preparación de reactivos.

- a) Reactivo cromogénico: (Realizar dos soluciones)

Solución I: Se disolvió a baño maría 0,3 g de ácido sulfanílico en 10 mL de ácido acético glacial y 20 mL de agua destilada. Se añadió 10 mL de una solución de cloruro de sodio 100 g/L. Se diluyó con agua destilada hasta 50 mL.

Solución II: Se disolvió calentando a baño de agua 0,015g de cloruro de α -naftilamida en 10 mL de agua destilada. Se añadió 10 mL de ácido acético glacial. Se diluyó hasta 50 mL con agua destilada.

Se obtuvo el reactivo mezclando 2,5 mL de solución I y 2,5 mL de solución II.

- b) Oxalato de sodio, 0,025 mol/L (0,05 eq/L): Se disolvió 3,350 g de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, calidad estándar primario, en agua y se diluyó a 1 litro.
- c) Solución patrón de nitrito: NaNO_2 comercial, calidad del reactivo inferior al 99 %. Dado que el NO_2^- se oxida fácilmente en presencia de humedad, se debe utilizar un reactivo reciente para preparar la solución patrón, manteniendo los frascos bien tapados para evitar la entrada de aire cuando no se usen. Para determinar el contenido de NaNO_2 , se añadió un exceso conocido de solución patrón de KMnO_4 0,05 mol/L preparada con 8,0 g de KMnO_4 y estandarizada. Se descargó el color del permanganato con una cantidad conocida de reductor estándar de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 mol/L, se valoró por retroceso con solución patrón de permanganato.
- 1) Preparación de la solución patrón de nitritos: Se disolvió 1,232 g de NaNO_2 en agua y se diluyó a 1 litro; 1,00 mL = 250 μg . Si se va a conservar se le añade 1 mL de cloroformo (CHCl_3).



Imagen 6. Diagrama de valoración. Marcelo Belluzzi

- 2) Estandarización de la solución patrón de nitritos: Se llevó con pipeta aforada en este orden, 50,00 mL de KMnO_4 0,05 mol/L patrón, 10 mL de H_2SO_4 concentrado y 50,00 mL de solución patrón de nitritos a un matraz o frasco de vidrio con tapón. Se sumergió la punta de la pipeta por debajo de la superficie de la solución de permanganato ácido mientras se añadió la solución patrón de NO_2^- . Se agitó suavemente y se calentó a 70-80 °C sobre una placa caliente. Se descargó el color del permanganato por adición de porciones suficientes de 10 mL de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,025 mol/L patrón. Se valoró el exceso de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ con KMnO_4 0,05 mol/L hasta el punto final rosa pálido. Se realizó a la vez un blanco de agua y se hicieron las correcciones necesarias en el cálculo final, como muestra la ecuación de más abajo.

Se calculó el contenido de NO_2^- - N de la solución madre por medio de la siguiente ecuación:

$$A = [(B \times C) - (D \times E)] \times 7/F$$

A= mg NO_2^- -N/mL en la solución patrón de NaNO_2

B= total mL utilizados de KMnO_4

C= normalidad de KMnO_4 patrón

D= total mL adicionados de reductor patrón

E= normalidad del reductor patrón

F= mL de solución madre NaNO_2 tomados para la valoración

Cada 1,00 mL de KMnO_4 0,05 mol/L consumido por la solución de NaNO_2 corresponde a 1750 g de NO_2^- -N.

Procedimiento

- 1- Eliminación de los sólidos en suspensión: Si la muestra contiene sólidos suspendidos, filtrar.

(Desarrollo del color: Si el pH de la muestra no estuviera comprendido entre 5 y 9 se debe ajustar con HCl 1N o NH_4OH según convenga)

- 2- Se añadió 5 mL de reactivo cromogénico a la muestra una alícuota diluida a 50,0 mL. Se agito.

- 3- Medida fotométrica: Se midió la absorbancia a 543 nm, entre diez minutos y dos horas después se añadió el reactivo cromogénico a las muestras y patrones.

Se pueden utilizar como guía, los siguientes caminos ópticos para las concentraciones indicadas de NO_2^- -N.

Camino óptico	NO_2^- -N
cm	$\mu\text{g/L}$
1	2-25
5	2-6
10	< 2

Recolección de análisis y datos:

Espectrofotómetro

ABSORBANCIA					
Solución de concentración en (mg/mL)	Nºde muestra 1	Nºde muestra 2	Nºde muestra 3	Nºde muestra 4	Nºde muestra 5
0,007	1,994	1,930	2,003	2,005	1,989
0,013	0,067	0,063	0,049	0,058	0,061
0,020	0,094	0,112	0,101	0,096	0,091
0,026	0,135	0,135	0,133	0,140	0,135
0,033	0,175	0,169	0,166	0,166	0,169
0,031	0,218	0,228	0,213	0,232	0,220
Reactivo (blanco)	0,000	-0,007	-0,004	0,002	-0,002
Muestra panchos Centenarios	0,268	0,259	0,264	0,263	0,260
Muestra panchos Schneck	0,721	0,728	0,740	0,712	0,717

Tabla 1. Absorbancia

Resultados:

C (x 10 ⁻⁴ mg/mL)	Absorbancia
0,006617676	1,9842
0,000396821	0,0596
0,000529094	0,0988
0,000661368	0,1622
0,000793641	0,2222

Tabla 2. Concentración y absorbancia



Imagen 7. Curva de calibración

Concentración de nitritos en panchos

$$C = \frac{A + 0,0476}{307,27}$$

Panchos centenario:

Concentración en una muestra de 25 mL

$$C_1 = \frac{0,268 + 0,0476}{307,27} = 0,001027109708 \text{ mg/mL}$$

$$C_2 = \frac{0,259 + 0,0476}{307,27} = 0,0009978195073 \text{ mg/mL}$$

$$C_3 = \frac{0,264 + 0,0476}{307,27} = 0,001014091841 \text{ mg/mL}$$

$$C_4 = \frac{0,263 + 0,0476}{307,27} = 0,001010837374 \text{ mg/mL}$$

$$C_5 = \frac{0,260 + 0,0476}{307,27} = 0,001001073974 \text{ mg/mL}$$

$$\text{Promedio} : \frac{0,001010186481 \text{ mg/mL}}{5} = 0,0002020372962 \text{ mg/mL}$$

$$0,0002020372962 \text{ mg/mL} \times 2 = 0,0004040745924 \text{ mg/mL}$$

$$0,0004040745924 \text{ mg} \text{ _____ } 1 \text{ mL}$$

$$0,101018648 \text{ mg} = x \text{ _____ } 250 \text{ mL} \rightarrow \text{ en 5g de panchos.}$$

$$0,101018648 \text{ mg de NO}_2^- \text{ _____ } 5 \text{ g de panchos}$$

$$2,02037296 \text{ mg NO}_2^- = x \text{ _____ } 100 \text{ g de panchos}$$

Concentración de nitritos en panchos: 0,020g/100g

Panchos Schneck

Concentración en una muestra de 25 mL

$$C_1 = \frac{0,721 + 0,0476}{307,27} = 0,002501383148 \text{ mg/mL}$$

$$C_2 = \frac{0,728 + 0,0476}{307,27} = 0,002524164416 \text{ mg/mL}$$

$$C_3 = \frac{0,740 + 0,0476}{307,27} = 0,002563218017 \text{ mg/mL}$$

$$C_4 = \frac{0,712 + 0,0476}{307,27} = 0,002472092948 \text{ mg/mL}$$

$$C_5 = \frac{0,717 + 0,0476}{307,27} = 0,002488365281 \text{ mg/mL}$$

$$\text{Promedio: } \frac{0,012549223 \text{ mg/mL}}{5} = 0,002509844762 \text{ mg/mL}$$

$$0,002509844762 \text{ mg/mL} \times 2 = 0,005019689524 \text{ mg/mL}$$

$$0,005019689524 \text{ mg} \text{ _____ } 1 \text{ mL}$$

$$1,254922381 \text{ mg} = x \text{ _____ } 250 \text{ mL} \rightarrow \text{ en 5g de panchos.}$$

$$1,254922381 \text{ mg de NO}_2^- \text{ _____ } 5 \text{ g de panchos}$$

$$25,09844762 \text{ mg de NO}_2^- = x \text{ _____ } 100 \text{ g de panchos}$$

Concentración de nitritos en panchos: 0,025g/100g

Discusión de resultados:

De acuerdo a los datos tabulados en la página 4 los panchos se encuentran dentro de los requisitos establecidos por el Reglamento Bromatológico Nacional. Se logró determinar la concentración de nitritos en los panchos Schneck, teniendo de la misma un total de 0,025g/100g mientras que en los panchos Centenario se determinó una concentración de 0,020g/100g. La variación no es notoria, pero igualmente puede afectar en la conservación, el aroma y el color de estos alimentos.

Conclusión:

Al finalizar el estudio de la determinación de nitritos en panchos (embutidos de carne), se concluye que los panchos de la marca Centenario tienen una concentración total de 0,020g/100g de nitritos mientras que los panchos de marca Schneck tienen una mayor concentración total dada que es 0,025g/100g de nitritos. Se concluye también que ambas marcas tienen un buen ajuste al Reglamento Bromatológico Nacional ya que ambas se encuentran en el rango de valores establecidos por la misma.

Bibliografía:

Reglamento Bromatológico Nacional. Recuperado el martes 15 de octubre del 2019 del sitio web IMPO Normativas y avisos legales del Uruguay. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/33-2001>

¿Qué son los nitratos y nitritos? Recuperado el Miércoles 16 de octubre 2017 recuperado del sitio web Ocu.or <https://www.ocu.org/alimentacion/seguridad-alimentaria/noticias/aditivos-en-productos-carnicos#>

Oxalato de potasio. Recuperado el miércoles 25 de setiembre del sitio web Carl Roth: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/4/SDB_4264_ES_ES.pdf

Permanganato de potasio. Recuperado el miércoles 25 de setiembre del sitio web Carl Roth: file:///C:/Users/Windows/AppData/Local/Temp/109122_SDS_ES_ES.pdf

Ácido sulfúrico. Recuperado el miércoles 25 de setiembre del sitio web Carl Roth: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/X/SDB_X946_ES_ES.pdf

Ácido fosfórico. Recuperado el miércoles 25 de setiembre del sitio web Carl Roth: file:///C:/Users/Windows/AppData/Local/Temp/100573_SDS_ES_ES.pdf

Ácido acético glacial. Recuperado el miércoles 25 de setiembre del sitio web Carl Roth: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/3/SDB_3738_ES_ES.pdf

Aditivos de uso en procesamiento de carnes, Nitratos y Nitritos. Recuperado el 26 de setiembre del 2019 desde el sitio web Virtual.anual.edu: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03_02.html

Nitrosaminas (s.f) Wikipedia Recuperado 30 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Nitrosamina>

¿Cómo se forman las nitrosaminas? Recuperado el domingo 1 de julio del 2017 del sitio web food-info.net: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-saf78.htm>

Nitrosaminas en los alimentos. Recuperado el miércoles 31 de octubre del 2019 del sitio web Botanical-online: <https://www.botanical-online.com/alimentos/nitrosaminas-alimentos>

Ciclo de vida de la bacteria Clostridium botulinum. Recuperado el martes 26 de febrero del 2019 del sitio web news-medical.net: <https://www.news-medical.net/life-sciences/Clostridium-botulinum-Life-Cycle.aspx>

¿Qué son los números E que vemos en las etiquetas de alimentos? Recuperado el viernes 22 de marzo del 2019 del sitio web hola.com: <https://www.hola.com/estar-bien/20190322139038/numeros-e-aditivos-alimentos-gt/>

Aditivos Alimentarios. Recuperado el domingo 22 de setiembre del 2019 del sitio web Aditivos-alimentarios: <https://www.aditivos-alimentarios.com/>

Nitratos y nitritos. Recuperado el lunes 28 de octubre del 2019 del sitio web slideshare.net: <https://es.slideshare.net/dimelsita1/nitritos-y-nitratos-32512863>

Técnicas de análisis. Recuperado el 18 de setiembre del 2019 del sitio web prezi: https://prezi.com/fxrdt_uvudfq/nitritos-en-panchos/

¿Qué es un Espectrofotómetro? Recuperado el sábado 26 de octubre del 2019 del sitio web materialesdelaboratorio.pro: <https://materialesdelaboratorio.pro/espectrofotometro/>

Nitritos en panchos. Recuperado el domingo 8 de setiembre del 2019 del sitio web Prezi: https://prezi.com/fxrdt_uvudfq/nitritos-en-panchos/

Espectrofotómetro. Recuperado el jueves 3 de octubre del 2019 del sitio web frpl: <https://www.frpl.utn.edu.ar>

Funciones del espectrofotómetro. Recuperado el día jueves 3 de octubre del 2019 del sitio web EcuRed: <https://www.ecured.cu/Espectrofot%C3%B3metro>

Imagen reacción de diazotización del Método Griess. Recuperada el viernes 1 de noviembre del 2019 del sitio webResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Figura-13-Reaccion-de-Griess-La-reaccion-de-Griess-consiste-en-una-diazotizacion-que_fig11_312231377

Cromóforos: grupos, funciones y aplicaciones. Recuperado el día lunes 23 de setiembre del 2019 del sitio web lifeder: <https://www.lifeder.com/cromoforos/>

Anexo 1: Los cromóforos son los elementos del átomo de una molécula responsable del color. Al respecto, son portadores de diversos electrones que, una vez estimulados por la energía de la luz visible reflejan la gama de colores. A nivel químico, el cromóforo se encarga de establecer la transición electrónica de la banda del espectro de absorción de una sustancia. En bioquímica, es responsable de la absorción de energía lumínica que participan en las reacciones fotoquímicas. El color que se percibe a través del ojo humano corresponde con las longitudes de onda no absorbidas. De esta manera, el color es consecuencia de la radiación electromagnética transmitida. En este contexto, el cromóforo representa la parte de la molécula encargada de la absorción de longitudes de onda del rango visible. Lo que influye en la longitud de onda reflejada y de esta forma en el color del elemento. La absorción de la radiación UV se realiza en base a la longitud de onda recibida por la variación de nivel energético de los electrones y el estado de recepción: excitado o basal. En efecto, la molécula adquiere un color determinado cuando capta o transmite ciertas longitudes de onda visible.

Grupos cromóforos: Los cromóforos están organizados en grupos funcionales responsables de la absorción de la luz visible. Los cromóforos normalmente están formados por dobles y triples enlaces Carbono-Carbono ($C=C$): como el grupo carbonil, grupo tiocarbonilo, grupo etileno ($C=C$), grupo imino ($C=N$), grupo nitro, grupo nitroso ($N=O$), grupo azo ($N=N$), grupo diazo ($N=N$), grupo azoxi ($N=NO$), grupo azometino, grupo disulfuro ($S=S$), y los anillos aromáticos como la paraquinona y el ortoquinona.

Los grupos cromóforos más comunes son:

- Cromóforos etilénicos: $Ar-(CH=CH)_n-Ar$; ($n \geq 4$)
- Cromóforos azo: $-R-N=N-R$
- Cromóforos aromáticos:
 - Derivados del Trifenilmetano: $[Ar_3CH]$
 - Derivados de la Antraquinona
 - Ftalocianinas
 - Derivados Hetero-Aromáticos

Los grupos cromóforos presentan electrones resonando a cierta frecuencia, que captan o irradian luz continuamente. Una vez unidos a un anillo bencénico, naftaleno o antraceno, refuerzan la captación de la radiación. Sin embargo, estas sustancias requieren la incorporación de moléculas de grupos auxocromos, con el objeto de reforzar la coloración, fijando e intensificando el papel de los cromóforos.

Mecanismo y función: A nivel atómico, la radiación electromagnética es absorbida cuando ocurre una transformación electrónica entre dos orbitales de diferente nivel energético. Al encontrarse en reposo, los electrones están en cierto orbital, cuando absorben energía, los electrones pasan a un orbital superior y la molécula pasa a un estado excitado. En este proceso se presenta un diferencial de energía entre los orbitales, lo que representa las longitudes de onda absorbidas. En efecto, la energía absorbida durante el proceso es liberada y el electrón pasa de estado excitado a su forma original en reposo. Como consecuencia esta energía es liberada de diversas formas, siendo la más común en forma de calor, o mediante la liberación de energía a través de la difusión de radiación electromagnética. Este fenómeno de luminiscencia es común en la fosforescencia y la fluorescencia, donde una molécula se ilumina y adquiere energía electromagnética pasando a un estado excitado; al revertir a un estado basal se libera la energía a través de la emisión de fotones, es decir, irradiando luz. (Vázquez, s.f.)

Anexo 2:

Medidas de seguridad:

Sulfanilamida:

No presenta frases H y P.

Oxalato de Potasio:

Pictograma de peligro:



Indicaciones de peligro

H302+H312 Nocivo en caso de ingestión o en contacto con la piel. Consejos de prudencia.

Consejos de prudencia: prevención

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Consejos de prudencia – respuesta

P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con abundante agua.

Permanganato de potasio:

Pictograma de peligro



Indicaciones de peligro

H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia -Prevención

P273 Evitar su liberación al medio ambiente.

Solución patrón de nitritos:

No presenta frases H y P.

Agua destilada:

No presenta frases H y P.

Ácido sulfúrico 6M:

Pictograma de peligro



Palabra de advertencia – Peligro

Indicaciones de peligro

H290 Puede ser corrosivo para los metales

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves

Consejos de prudencia – prevención

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

Ácido fosfórico 85%:

Pictograma de peligro



Palabra de advertencia - Peligro

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia - Prevención

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

Ácido acético glacial:

Pictograma de peligro



Palabra de advertencia – Peligro

Indicaciones de peligro

H226 Líquidos y vapores inflamables.

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

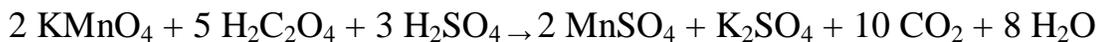
Consejos de prudencia - Prevención

P210 Mantener alejado de fuentes de calor.

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

Anexo 3:

Reacción a estudiar:

Preparación de solución patrón de permanganato de potasio:

M= 158,034g/mol

158,034 g/mol . 0,05 mol/L= 7,8 g/L → se midió la masa de 8,00 g

Preparación solución patrón de ácido oxálico dihidratado:

M= 126,03 g/mol

Máox= mKMnO₄/ MKMnO₄/5= 8,00/31,3 g/mol= 0,253164557 mol → 0,25N

Concentración en eq: 0,25N . 0,100L= 0,025eq

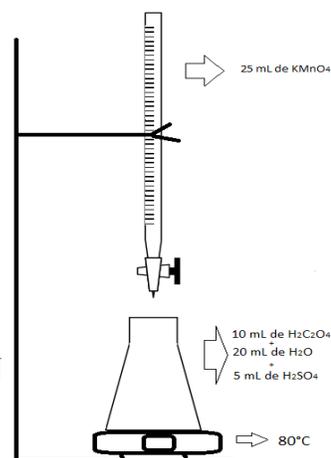
m= n . M → máox = 0,025 eq . 63,03 g/mol=1,57575 g se midió la masa de →1,5781 g.

Concentración de solución patrón de ácido oxálico.

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

náox= m/M → 1,5781g / 63,03 g/eq = 0,025037283 eq

Náox= 0,025037283 eq / 0,100 L = 0,250372838 eq/L



$$\delta_{\text{áox}} = \left(\frac{\delta v}{v} \cdot \frac{\delta m}{m} \right) \cdot N$$

$$\delta_{\text{áox}} = \left(\frac{0,16}{100,00} \cdot \frac{0,0001}{1,5781} \right) \cdot 0,250372838 \text{ eq/L} = 4,164620017 \times 10^{-4}$$

GASTO KMnO ₄	Volumen (mL)
1	(11,25 ± 0,05)
2	(11,55 ± 0,05)
3	(11,55 ± 0,05)
4	(12,00 ± 0,05)
5	(12,20 ± 0,05)
6	(12,20 ± 0,05)

Tabla 3. Estandarización de permanganato de potasio
Concentración de la solución de Permanganato de potasio.

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{V_2}$$

$$1) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{11,22 \text{ mL}} = 0,222488888 \text{ eq/L}$$

$$2) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{11,55 \text{ mL}} = 0,216709956 \text{ eq/L}$$

$$3) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{11,55 \text{ mL}} = 0,216709956 \text{ eq/L}$$

$$4) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{12,00 \text{ mL}} = 0,208583333 \text{ eq/L}$$

$$5) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{12,20 \text{ mL}} = 0,205163934 \text{ eq/L}$$

$$6) N_2 = \frac{0,2503 \text{ eq/L} \cdot 10,00 \text{ mL}}{12,20 \text{ mL}} = 0,205163934 \text{ eq/L}$$

$$\delta = 0,007186041$$

$$IC = Z \cdot \delta / \sqrt{N}$$

$$IC = \frac{2 \cdot 0,007186041}{\sqrt{6}} = 0,005867377 \text{ g/L}$$

$$(0,2125 \pm 0,0059) \text{ g/L}$$

Anexo 4:

Solución de oxalato de potasio ($K_2C_2O_4$)

$M = 184,24 \text{ g/mol}$.

$m = 0,025 \text{ mol} \cdot 184,24 \text{ g/mol} = 4,606 \text{ g}$ se midió la masa de $\rightarrow 4,6672 \text{ g}$

Observación: se realizó una segunda solución masando $4,6727 \text{ g}$

Preparación de solución patrón de nitritos con nitrato de sodio

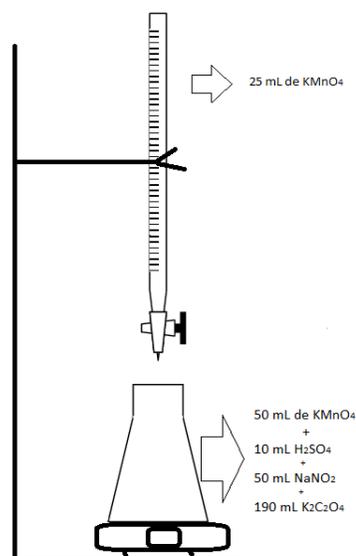
$M = 63,9953 \text{ g/mol}$

Se prepara 1 litro de solución según la técnica $1,232 \text{ g}$. Se midió la masa de $\rightarrow 1,2783 \text{ g}$

Estandarización de la solución de nitritos

Gastos	Volumen (mL)
1	$(3,70 \pm 0,05)$
2	$(6,55 \pm 0,05)$
3	$(7,00 \pm 0,05)$
4	$(7,40 \pm 0,05)$
5	$(7,50 \pm 0,05)$

Tabla 4. Estandarización sol. nitritos



Concentración de nitritos en la solución Patrón de $NaNO_2$

$C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$ oxida.

$M K_2C_2O_4 = 184,24 \text{ g/mol}$

$eq K_2C_2O_4 = m/Meq$

$Meq = M/i$

$Meq = 184,24 \text{ g/mol} / 2 \text{ eq/mol} = 92,12 \text{ g/eq}$

$eq K_2C_2O_4 = 4,6672 \text{ g} / 92,12 \text{ g/eq} = 0,05066435 \text{ eq}$.

$eq KMnO_4 = N \cdot V$

$eq KMnO_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,0106235 \text{ eq}$

$eq KMnO_4 = eq K_2C_2O_4$

$(N \cdot GASTO) KMnO_4 = eq K_2C_2O_4$

1) $eq K_2C_2O_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 3,70 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,000786139 \text{ eq}$

2) $eq K_2C_2O_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 6,55 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,001391678 \text{ eq}$

3) $eq K_2C_2O_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 7,00 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,00148729 \text{ eq}$

4) $eq K_2C_2O_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 7,40 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,001572278 \text{ eq}$

$$5) \text{ eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,21247 \text{ eq/L} \cdot 7,50 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,001593525 \text{ eq}$$

$$\text{Promedio eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{6,83091 \times 10^{-3} \text{ eq}}{5} = 1,366182 \times 10^{-3} \text{ eq}$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = N \cdot \text{Voxalato}$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,05066435 \text{ eq} \cdot 0,19 \text{ L} = 9,6262265 \times 10^{-3} \text{ eq}$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 9,6262265 \times 10^{-3} \text{ eq} - 1,366182 \times 10^{-3} = 8,260044 \times 10^{-3} \text{ eq}$$

$$\text{eq NO}_2^- = \text{eq KMnO}_4 - \text{eq (usado) K}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

$$\text{eq NO}_2^- = 0,0106235 \text{ eq} - 8,260044 \times 10^{-3} \text{ eq} = 2,363456 \times 10^{-3} \text{ eq}$$

$$2,363456 \times 10^{-3} \text{ eq} \text{ _____ } 50 \text{ mL}$$

$$0,04726912 \text{ eq} = x \text{ _____ } 1000 \text{ mL}$$

Calculo de error: se utiliza el 1% de la concentración.

$$0,04726912 \text{ eq} \text{ _____ } 100\%$$

$$0,000472691 \text{ eq} = x \text{ _____ } 1 \%$$

$$(0,04730 \pm 0,00050) \text{ eq/L}$$

Concentración de nitritos en el Blanco (Agua)

GASTOS	mL KMnO ₄
1	(2,50 ± 0,05)
2	(2,95 ± 0,05)
3	(4,90 ± 0,05)

Tabla 5. Valoración del blanco

(N. GASTO) KMnO₄ = eq oxalato de potasio

$$1) 0,21247 \text{ eq} \cdot 2,50 \times 10^{-3} = 5,31175 \times 10^{-4}$$

$$2) 0,21247 \text{ eq} \cdot 2,95 \times 10^{-3} = 6,267865 \times 10^{-4}$$

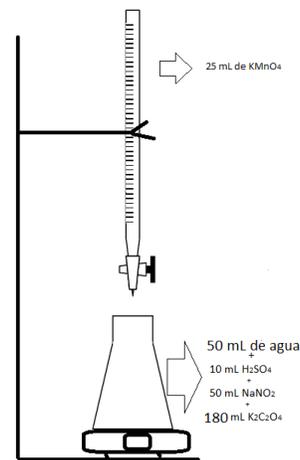
$$3) 0,21247 \text{ eq} \cdot 4,90 \times 10^{-3} = 1,041103 \times 10^{-3}$$

$$\text{Promedio eq oxalato de potasio: } \frac{2,1990645 \times 10^{-3}}{3} = 7,330215 \times 10^{-4} \text{ eq}$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{4,6727 \text{ g}}{92,12 \text{ g/eq}} = 0,050724055 \text{ eq}$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = N \cdot V$$

$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,050724055 \text{ eq} \cdot 0,18 \text{ L} = 9,130329 \times 10^{-3} \text{ eq}$$



$$\text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 9,130329 \times 10^{-3} \text{ eq} - 7,330215 \times 10^{-4} \text{ eq} = 8,3973075 \times 10^{-3}$$

$$\text{eq NO}_2^- = \text{eq KMnO}_4 - \text{eq K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ (usado)}$$

$$\text{eq NO}_2^- = 0,0106235 \text{ eq} - 8,3973075 \times 10^{-3} \text{ eq} = 2,2261925 \times 10^{-3}$$

$$2,2261925 \times 10^{-3} \text{ eq NO}_2^- \text{ _____ } 50 \text{ mL}$$

$$0,04452385 \text{ eq} = X \text{ _____ } 1000 \text{ mL}$$

Calculo de error:

$$0,04452385 \text{ eq} \text{ _____ } 100\%$$

$$4,452385 \times 10^{-4} = X \text{ _____ } 1\%$$

Concentración del blanco

$$(0,04452 \pm 0,00044) \text{ eq/L}$$

$$\text{Nitritos de la solución patrón menos el blanco} \rightarrow 0,04730 \text{ eq/L} - 0,04452 \text{ eq/L} = 0,00278 \text{ eq/L}$$

Verificación de nitritos en la solución.



$$M \text{ NaNO}_2 = 68,9953 \text{ g/mol}$$

$$ME = \frac{M}{i} = \frac{68,9953 \text{ g/mol}}{2} = 34,99765 \text{ g/eq.}$$

$$\text{eq} = \frac{m \text{ soluto}}{ME} \rightarrow m \text{ soluto} = \text{eq} \cdot ME \rightarrow m = 0,00274528 \text{ eq/L} \cdot 34,9976 \text{ g/eq} = 0,096078211 \text{ g/L}$$

Observación: El resultado de esta verificación no es igual a la masa que tomé para realizar la solución patrón primario de nitritos. Esto puede deberse a distintos factores, los cuales pueden ser: por oxidación, no es patrón primario o se encuentra hidratado.

Concentración de solución madre de nitritos:

$$A = [(B.C) - (D.E)] / F$$

$$A = [(56,43 \cdot 0,21247) - (190 \cdot 0,05066435)] / 750 = 0,330883784 \text{ mg/L}$$

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$

$$1) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 1 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 6,61767568 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$$

$$2) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 2 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 0,013235351 \text{ mg/L}$$

$$3) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 3 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 0,019853027 \text{ mg/L}$$

$$4) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 4 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 0,026470702 \text{ mg/L}$$

$$5) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 5 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 0,033088378 \text{ mg/L}$$

$$6) C2 = \frac{0,330883784 \text{ mg/L} \cdot 6 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 0,039706054 \text{ mg/L}$$

$$\text{Promedio: } \frac{0,138971187}{6} = 0,023161864 \text{ mg/L}$$