



# **Determinación de fósforo en polvo de cacao comercial**



**Matías Calastretti, Agustina Molina**

**Proyecto final de curso**

**Grupo: 3°BG**

**Docentes: Raúl Britos, Anarella Gatto**

**Fecha de realización: 30/10/2016**

# Índice

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Resumen.....                     | 3  |
| Introducción.....                | 3  |
| Objetivo.....                    | 3  |
| Marco teórico                    |    |
| Cacao.....                       | 3  |
| Fósforo .....                    | 3  |
| Fósforo en el cuerpo humano..... | 4  |
| Mufla.....                       | 4  |
| Reacciones de fosfatos.....      | 4  |
| Espectrofotometría.....          | 4  |
| Materiales.....                  | 7  |
| Sustancias y soluciones.....     | 8  |
| Procedimiento                    |    |
| Curva de calibración.....        | 8  |
| Determinación de fósforo.....    | 8  |
| Datos previos.....               | 9  |
| Cálculos<br>previos.....         | 10 |
| Datos obtenidos.....             | 11 |
| Cálculos.....                    | 12 |
| Discusión de los resultados..... | 13 |
| Conclusión.....                  | 13 |
| Futuras líneas de trabajo.....   | 13 |
| Bibliografía.....                | 14 |
| Anexos.....                      | 15 |

**Resumen:** Se determinó cuantitativamente la cantidad de fósforo que contenían 100 gramos de producto a base de cacao, para el desarrollo de la práctica se utilizó la técnica de espectrofotometría, tomando como base la reacción por la cual se forma el azul de molibdeno, se procede a la medición de la absorbancia de la solución muestra, comparándose el resultado con una curva de calibración de fósforo patrón, se determina la concentración exacta de fósforo, la cual se aprecia como 0.1797g de fósforo cada 100 gramos de producto.

**Introducción:** Esta investigación es parte del proyecto de egreso del Bachillerato de Química básica e industrial de la Escuela Tecnológica de Pando.

**Objetivo:** Determinación de fósforo a partir de una muestra de producto a base de cacao mediante espectrofotometría.

### **Marco teórico:**

De acuerdo al proyecto realizado se recuperaron datos acerca del cacao, del fósforo tanto en plantas como en el cuerpo humano, de las reacciones en las cuales se basó la medición de fósforo y del método utilizado para esto.

Cacao (*Theobroma cacao*): El cacao es una planta de hojas perenne, cuyos frutos son utilizados para diversas manufacturas tales como el chocolate, cosméticos e insumos farmacéuticos (Blass, M. Pinto, U. 2007, p12). Su ubicación óptima de crecimiento está situada en un margen de 20 grados de latitud tanto al norte como al sur de la línea del Ecuador y su temperatura más adecuada varía entre 20 y 32°C (Blass, M. Pinto, U. 2007, p6). Es muy utilizada debido a su contenido de grasas, hidratos de carbono y proteínas, además de contener diversa cantidad de antioxidantes. La semilla o haba de cacao previamente secada y curada contiene un mínimo de 50% de grasa (Blass, M. Pinto, U. 2007, p16), a la cual se le denomina comúnmente manteca de cacao la cual posee 10 ácidos grasos principales de los cuales más del 60 % está constituido por insaturados (palmítico-oleico-palmítico, palmítico-oleico-esteárico y esteárico-oleico-esteárico) (Badui, p255), 10% de almidones y proteínas y un 40% de distintas sustancias, siendo las más destacadas la cafeína y teobromina (alcaloides que estimulan el sistema nervioso) conjuntamente con la serotonina y la feniletilamina (hormonas que ayudan al buen humor y el ánimo), debido a dicha composición la manteca de cacao es un energizante, digestivo y desinflamatorio natural. El cacao contiene gran cantidad de flavonoides (metabolitos secundarios de las plantas), los cuales ayudan a la regeneración de la plata, así como también la protege de plagas y enfermedades, estudios recientes han comprobado que los flavonoides tienen efectos beneficiosos en el organismo humano, previene algunas enfermedades crónicas entre las que se destaca el cáncer; Son buenos antioxidantes constituyendo así una mejor defensa en contra de los radicales libres que son producidos naturalmente por el cuerpo en su metabolismo, la producción excesiva de estos genera daños a niveles celulares y de ADN produciendo cambios en el código genético (Blass, M. Pinto, U. 2007, p17).

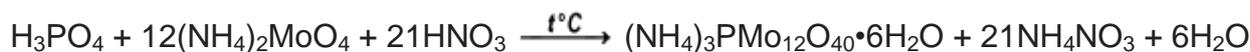
La planta de cacao, así como los vegetales, requiere de nutrientes esenciales para su correcta nutrición y desarrollo, entre los cuales se encuentra el fósforo, el cuál ayuda a transferir y almacenar la energía. Si bien en suelos fértiles, la tierra contiene cantidades significantes de fósforo utilizados por la planta, se debe de recuperar dicho mineral de forma frecuente durante ciclos de cultivos (Pautasso, J.M., 1998, p1). Así como en vegetales, en el organismo humano el fósforo desarrolla un rol de vitalidad, este se encuentra dentro de la primera categoría de

minerales, el cuerpo humano puede llegar a tener en su composición 800g de fósforo, mayormente se encuentra en huesos y dientes, pero también se encuentra en músculos y distintos órganos como el hígado, el intestino y la piel entre otros, así como también en distintos tejidos como por ejemplo el tejido nervioso, en forma de ésteres orgánicos principalmente. Mientras que en fluidos biológicos se encuentra como ion fosfato. Además de componer distintos órganos y tejidos en el cuerpo, el fósforo actúa en distintas funciones fisiológicas como en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas funcionando como cofactor en distintos sistemas enzimáticos. El organismo también utiliza al fosfato mono ácido y fosfato di ácido como tampón para equilibrios ácido-base tanto en la sangre así como también en las células (Tomassi, G. 2002, 1-3). La biodisponibilidad del fósforo mejora en presencia de vitamina D, vitamina C y proteínas, entre otros, estimándose un 70% del fósforo consumido como aprovechable, siendo desechado el resto en las heces (Badui, p397).

Es determinante separar el fósforo de los componentes orgánicos que contiene el polvo de cacao, para esto se debe de oxidar toda la materia orgánica que posee la muestra, por esto se utiliza una mufla, es un horno con paredes refractarias aislantes que tratan de contener la energía calórica que se es generada, tiene una puerta principal de igual material y un cerebro que puede ser independiente por el cual se le asigna una temperatura, la cual es controlada por un termómetro ubicado generalmente en la parte trasera. Habitualmente en laboratorios se lo utiliza para la calcinación o secado de sustancias para su posterior estudio (Monteros, L. 2015, p1).

Según el departamento de Química de la Universidad de Granada: “El método se basa en la reacción del ion fosfato con molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) que da lugar a fosfomolibdato ( $[\text{PO}_4\text{12MoO}_3]^{3-}$ ). Este último por reducción origina un compuesto cuya estructura exacta se desconoce, denominado “azul de molibdeno”. Como reductores se pueden utilizar muchos compuestos, de los cuales el ácido ascórbico es uno de los más empleados.” Mediante espectrofotometría se podrá utilizar la coloración del azul de molibdeno, eligiendo una longitud de onda en donde la absorbancia sea máxima. (Díaz, N. Bárcena, A. s/f).

Si bien se desconoce la fórmula exacta del azul de molibdeno, según la enciclopedia de química online de chemiday (<http://chemiday.com/en/reaction/3-1-0-2295>) , el ácido fosfórico reacciona con molibdato de amonio y ácido nítrico de la siguiente manera:



Jiménez, G. afirma que: “Se puede utilizar  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$  o  $\text{HNO}_3$  debido a que la concentración ácida no es crítica para la determinación”

### **Espectrofotometría:**

Años atrás se utilizaba al color como herramienta para reconocer sustancias químicas, la tecnología nos permitió reemplazar al ojo humano por detectores de radiación, mediante los mismos se puede estudiar la absorción de sustancias, no solamente en el rango del espectro visible sino que también en ultravioleta e infrarrojo. (Brunatti, C. 2016, p1).

*“Se denomina espectrofotometría a la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe un sistema químico en función de la longitud de onda de la radiación, y a las mediciones a una determinada longitud de onda.”* (Brunatti, C. 2016, p1)

La teoría ondulatoria de la luz señala que un haz de luz es un flujo de cuantos de energía (fotones), la luz de determinada longitud de onda está asociada con los fotones. (Brunatti, C. 2016, p1)

**Transmitancia:** Teniendo en cuenta el espesor de la celda, la concentración de la solución absorbente, se mide la transmitancia (T) como la fracción de la radiación incidente transmitida por la solución:  $T = \frac{I}{I_0}$ , normalmente también es expresada como porcentaje. (Brunatti, C. 2016, p1)

**Absorbancia:** La absorbancia (A) de una solución se define mediante la siguiente ecuación:

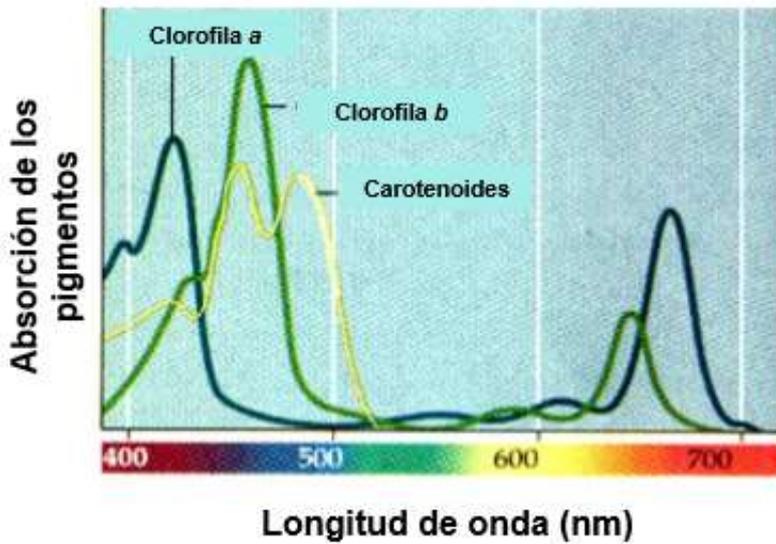
$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon \times c \times l$ , la mayoría de los trabajos analíticos se realizan con soluciones de manera que se pueda expresar la relación que existe entre su concentración y su absorbancia. (Brunatti, C. 2016, p1)

**Medición de absorbancia y transmitancia:** Ambas medidas se miden en el espectrofotómetro, la especie a analizar se debe de colocar en la celda (recipiente transparente). De acuerdo a la reflexión que ocurre en las interfaces aire-pared y pared-solución, saber la atenuación del haz resultante que ha pasado por la celda es de gran importancia, para compensar estos efectos, se realiza una solución (blanco) para poder determinar la absorbancia que presenta el solvente con el cual se procederá a acondicionar la solución para medirla. Los instrumentos actuales poseen un sistema electrónico que realiza los cálculos pertinentes para poder dar como resultado directamente la absorbancia de la muestra. También se debe calibrar el cero teniendo en cuenta la longitud de onda que será utilizada. (Brunatti, C. 2016, p2)

**Ley de Beer:** Se considera un bloque de materia absorbente, por el cual pasa un haz de radiación monocromática paralelamente por una longitud B, el haz posee una intensidad inicial  $I_0$  y una intensidad (I) tras pasar a través del bloque que contiene n partículas absorbentes (átomos, iones o moléculas).

Tomando un espesor muy pequeño y una cantidad de partículas absorbentes que se encuentran en dicha área, se puede utilizar un método estadístico que relacione la probabilidad que hay de que un fotón choque contra una partícula absorbente. La intensidad del haz que entra en dicha superficie es proporcional al número de fotones que haya por  $\text{cm}^2$ , también se es tenida en cuenta la cantidad removida por segundo dentro de la sección, la fracción absorbida entonces se da por la razón entre estas dos características. Luego de operar con integrales se llega a la siguiente operación:  $A = \log \frac{I_0}{I} = a \cdot b \cdot c$  (Dónde a es el coeficiente de absorción, b es la longitud del camino óptico y c es la concentración del absorbente en el medio). (Brunatti, C. 2016, p3/4)

**Curva de calibración:** Se le denomina espectro de una sustancia a la representación de absorbancia en función de la longitud de onda, dicha representación gráfica presenta máximos y mínimos. Para las mediciones cuantitativas se elige una longitud de onda que corresponde a un máximo para así tener una sensibilidad máxima a un error mínimo.



Espectros de absorción de tres pigmentos fotosintéticos cloroplastídicos.

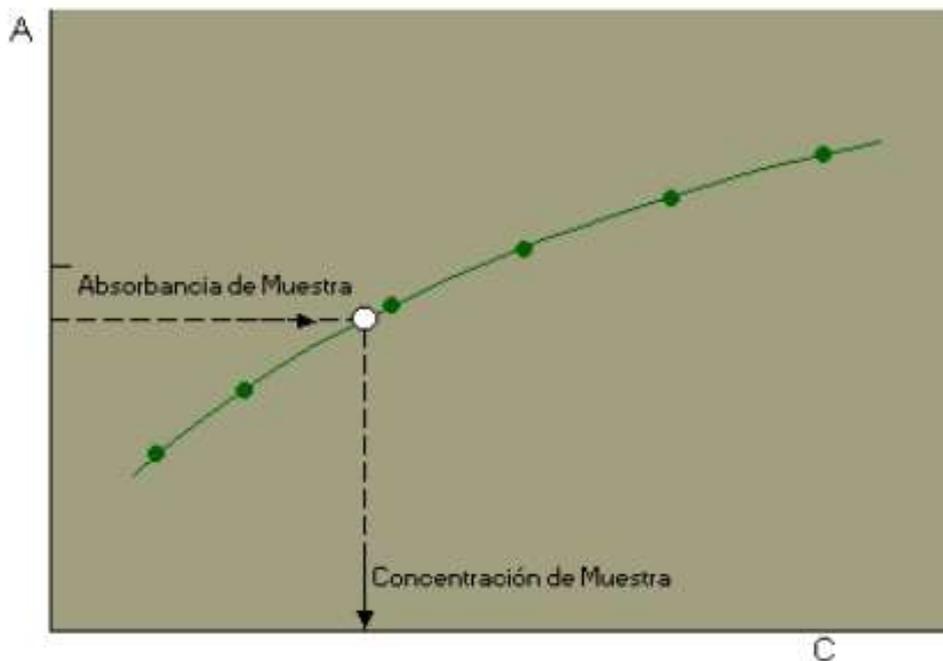
Observar que un compuesto puede tener más de un pico de absorción ( $\lambda_{max}$ ).

Nota: (Abril, N. Bárcena, A. p 6)

Para verificar el cumplimiento de la ley de Beer, se realiza una curva de calibración, la cual grafica absorbancia de la muestra en función de su concentración (Ver gráfica 1), para lo cual se preparan soluciones de distintas concentraciones para medir su absorbancia. Si la ley de Beer es cierta para esa sustancia a una determinada concentración, La relación debe de ser una recta que pase por el origen de los ejes cartesianos, aunque es normal ver desviaciones debido a diversos errores acumulados en la práctica (figura 1).

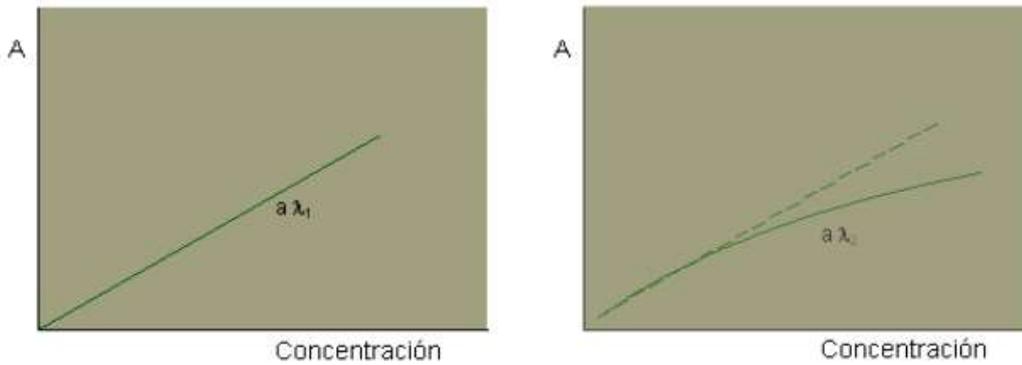
Gráfica 1

Curva de Calibración



Nota: Gráfica utilizada como curva de calibración, se grafica A(C). (Brunatti, C. 2016. Introducción a la Espectroscopia de Absorción Molecular Ultravioleta, Visible e Infrarrojo Cercano, P 05)

Figura 1



Nota: Gráficas de  $A(C)$ , imagen izquierda, curva de calibración correcta, imagen derecha, curva de calibración con errores significativos (Brunatti, C. 2016. Introducción a la Espectroscopia de Absorción Molecular Ultravioleta, Visible e Infrarrojo Cercano, P 05)

## Materiales:

- Balanza analítica.
- Mufla regulable a 550°C.
- Desecador.
- Plancha calefactora.
- Espectrofotómetro.
- Cápsulas de porcelana.
- Crisol.
- Pipeta aforada 1mL.
- Pipeta aforada 2mL.
- Pipeta aforada 5mL.
- Pipeta aforada 10mL.
- Vidrio Reloj.
- Embudo.
- Matraz aforado 100mL.
- Matraz aforado 250mL.
- Papel pH.
- Pinzas de metal.
- Varilla de vidrio.
- Mortero.

## Sustancias y soluciones:

- Agua destilada.
- Ácido clorhídrico 37%.
- Solución tampón pH 4. (Solución 1)
- Ácido ascórbico. (Solución 2)
- Molibdato de amonio sulfúrico. (Solución 3)
- Solución estándar.
- Solución blanco.
- Muestra mineralizada (Polvo comercial a base de cacao)

## Procedimiento:

### Curva de calibración:

1. Preparar solución madre de fósforo de concentración exactamente conocida 625.5ppm, o su respectivo equivalente teniendo en cuenta la concentración de fósforo que posea el patrón.
2. Hacer dilución de la solución madre, haciendo toma en volumen de 20mL con pipeta aforada y enrasar a 250mL en matraz aforado con agua destilada.
3. Hacer diluciones con distintas concentraciones (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5ppm) para medir su absorbancia.
4. Marcar el 0 en el espectrofotómetro.
5. Preparar el espectrofotómetro para longitudes de ondas de 660nm, se recomienda la lectura a 882nm si la escala del instrumento es lo suficientemente grande.
6. Medir absorbancia de la solución blanco.
7. Medir la absorbancia de las soluciones de fósforo.
8. Graficar en Excel absorbancia en función de la concentración.
9. Obtener la ecuación de la recta.

### Determinación de fósforo en cocoa:

1. Masar 100.0000g de cocoa azucarada mixta.
2. Calcinar a 550°C hasta obtener cenizas blancas cuya masa sea constante.
3. Reposar en desecador hasta que la muestra llegue a temperatura ambiente.
4. Masar 0.5g de cenizas y hacer una solución en un matraz aforado de 100mL con agua destilada.
5. Hacer una toma con pipeta aforada de 5mL y enrasar en un matraz aforado de 100mL con agua destilada.
6. Agregar 5mL de agua y 5mL de ácido clorhídrico a la muestra.

7. Cubrir con vidrio reloj y llevar a plancha calefactora durante 5 minutos sin que se seque.
8. Transferir cuantitativamente a matraz aforado de 100mL y aforar con agua destilada.
9. Realizar una dilución de la solución con una toma de 5mL a un matraz de 100mL.
10. Medir 5mL de la solución muestra y colocarla en un matraz aforado de 100mL, agregar 10mL de la solución 1 al matraz, 1mL de la solución 2 y 5mL de la solución 3 y aforar con agua destilada.
11. Leer la absorbancia mediante espectrofotómetro a 660nm a los 30 minutos de agregada la solución 3.
12. Realizar 5 mediciones con 5 muestras distintas de la solución de cenizas diluidas aplicando el procedimiento a partir del punto 8.

### Datos previos:

$$m_{\text{crisol}} = 104.3280\text{g}$$

$$m_{\text{cacao inicial}} = 100.0167\text{g}$$

$$m_{\text{cacao 18/10/2016}} = 2.9691\text{g}$$

$$m_{\text{cacao 20/10/2016}} = 1.4204\text{g}$$

$$m_{\text{constante de cenizas}} = 1.4150\text{g}$$

Conversión de patrón a gramos de fósforo  $219.5\text{mg KH}_2\text{PO}_4 \leftrightarrow 50\text{mg P}$

$$m_{\text{patrón}} = 2.7458\text{g}$$

$$C_{\text{patrón}} = 2746 \text{ ppm}$$

$$m_{\text{acetato}} = 34.4706\text{g}$$

$$m_{\text{oxálico1}} = 0.1250\text{g}$$

$$m_{\text{oxálico2}} = 0.1234\text{g}$$

$$m_{\text{ascórbico1}} = 0.2563\text{g}$$

$$m_{\text{ascórbico2}} = 0.2552\text{g}$$

$$m_{\text{molibdato de amonio}} = 25.1174\text{g}$$

$$m_{\text{cenizas en solución}} = 0.5026\text{g}$$

## Cálculos previos:

Dilución de solución patrón:

$$\text{ppm fósforo} = \frac{2746\text{ppm patrón} \times 50\text{ppm fósforo}}{219.5\text{ppm patrón}} = 625.5\text{ppm fósforo}$$

$$625.5\text{ppm} \times 20\text{mL} = X \times 250\text{mL} \rightarrow X = 50\text{ppm}$$

Diluciones para curva de calibración:

$$\frac{C_i(\text{ppm}) \times V_{\text{toma}}(\text{mL})}{V_{\text{solución}}(\text{mL})} = C_f(\text{ppm})$$

$$\frac{50\text{ppm} \times 1\text{mL}}{100\text{mL}} = 0.5\text{ppm}$$

$$\frac{50\text{ppm} \times 2\text{mL}}{100\text{mL}} = 1.0\text{ppm}$$

$$\frac{50\text{ppm} \times 3\text{mL}}{100\text{mL}} = 1.5\text{ppm}$$

$$\frac{50\text{ppm} \times 4\text{mL}}{100\text{mL}} = 2.0\text{ppm}$$

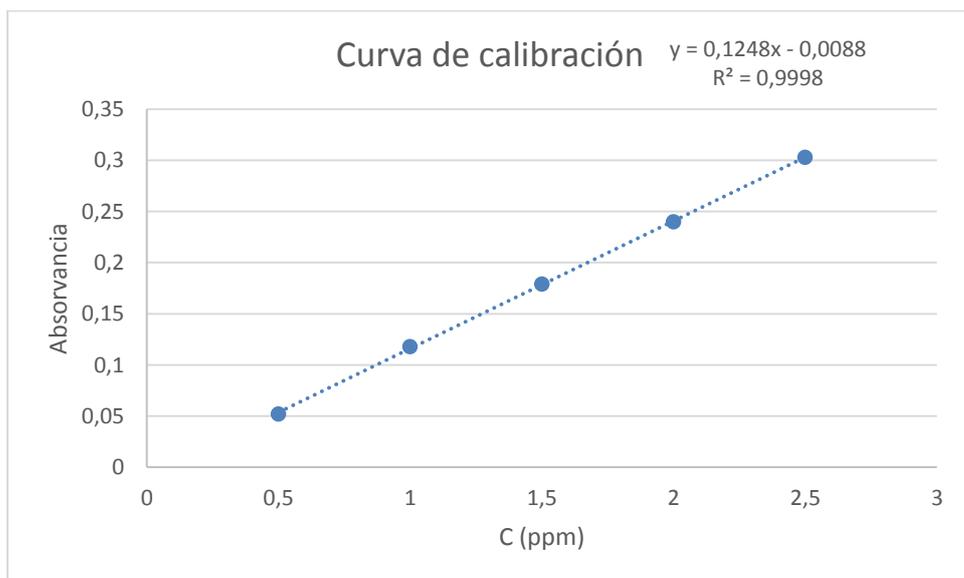
$$\frac{50\text{ppm} \times 5\text{mL}}{100\text{mL}} = 2.5\text{ppm}$$

## Datos obtenidos:

Absorbancia de soluciones patrón para curva de calibración:

| C(ppm) | Absorbancia | Blanco | Absorbancia-Blanco |
|--------|-------------|--------|--------------------|
| 0.5    | 0.060       | 0.008  | 0.052              |
| 1.0    | 0.126       | 0.008  | 0.118              |
| 1.5    | 0.188       | 0.009  | 0.179              |
| 2.0    | 0.249       | 0.009  | 0.240              |
| 2.5    | 0.313       | 0.010  | 0.303              |

Curva de calibración A(C):



Absorbancia de alícuota de solución de cenizas:

| Absorbancia | Blanco | Absorbancia - Blanco |
|-------------|--------|----------------------|
| 0.201       | 0.016  | 0.185                |
| 0.183       | 0.016  | 0.167                |
| 0.196       | 0.016  | 0.180                |
| 0.184       | 0.016  | 0.168                |
| 0.188       | 0.016  | 0.172                |

$$C_x = \frac{A_x + 0.0088}{0.1248}$$

$$C_1 = \frac{0.201 + 0.0088}{0.1248} = 1.6810897 \text{ ppm}$$

$$C_2 = \frac{0.196 + 0.0088}{0.1248} = 1.6410256 \text{ ppm}$$

$$C_3 = \frac{0.188 + 0.0088}{0.1248} = 1.5769231 \text{ ppm}$$

$$C_4 = \frac{0.184 + 0.0088}{0.1248} = 1.5448718 \text{ ppm}$$

$$C_5 = \frac{0.183 + 0.0088}{0.1248} = 1.5368590 \text{ ppm}$$

Método estadístico:

Nivel de confianza 95%

Grados de libertad 4

Valor aceptable para test Q = 0.829

$$Q_1 = \frac{1.6810897 - 1.6410256}{1.6810897 - 1.5368590} = 0.278$$

$$Q_2 = \frac{1.6410256 - 1.5769231}{1.6810897 - 1.5368590} = 0.444$$

$$Q_3 = \frac{1.5769231 - 1.5448718}{1.6810897 - 1.5368590} = 0.222$$

$$Q_4 = \frac{1.5448718 - 1.5368590}{1.6810897 - 1.5368590} = 0.056$$

Valor de t = 2.780

$$\bar{X} = 1.59615368$$

$$\sigma = 0.063$$

$$IC = \frac{t \times \sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2.78 \times 0.063 \text{ ppm}}{\sqrt{5}} = 0.078 \text{ ppm}$$

$$C = (1.596 \pm 0.078) \text{ ppm}$$

## Cálculos:

Concentración de diluciones:

$$100\text{mL} \times 1.596\text{ppm} = 5\text{mL} \times X \rightarrow X = 31.92\text{ppm}$$

$$100\text{mL} \times 31.92\text{ppm} = 5\text{mL} \times X \rightarrow X = 638.4\text{ppm}$$

$$638.4\text{ppm} \leftrightarrow 1000\text{mL} \rightarrow 100\text{mL} \leftrightarrow 63.84 \text{ ppm} = 63.84 \text{ mg de P}$$

$$\text{si } 0.5026\text{g de cenizas contienen } 0.06384\text{g de P} \rightarrow 1.4150\text{g de cenizas contienen } 0.1797\text{g de P}$$

$$100.0167\text{g cocoa} \leftrightarrow 1.4150\text{g cenizas} \leftrightarrow 0.1797\text{g de P}$$

$$100.0000\text{g cocoa} \leftrightarrow 14147\text{g cenizas} \leftrightarrow 0.1797\text{g de P}$$

Cálculo de error:

$$100\text{mL} \times 0.078\text{ppm} = 5\text{mL} \times X \rightarrow X = 1.560\text{ppm}$$

$$100\text{mL} \times 1.56\text{ppm} = 5\text{mL} \times X \rightarrow X = 31.200\text{ppm}$$

$$31.200 \text{ ppm} \leftrightarrow 1000\text{mL} \rightarrow 100\text{mL} \leftrightarrow 3.120 \text{ ppm} = 3.120 \text{ mg de P}$$

si 0.5026g de cenizas contienen un error de 0.0031g  
→ 1.4150g de cenizas contienen 0.0096g de error

**Discusión de los resultados:** De acuerdo a la tabla de composición de alimentos de Centroamérica elaborada por el instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y la organización panamericana de la salud (OPS) se estimaban 315mg de fósforo cada 100g de cocoa mixta en polvo, el resultado obtenido fue menor, según resultados obtenidos se determinaron 180mg de fósforo en 100g de cacao mixto comercial, de acuerdo al procedimiento llevado a cabo se verificaron ortofosfatos provenientes de la muestra de trabajada, los cuales fueron tomados como fósforo total en la muestra, de acuerdo al margen de error provisto se presume que la cocoa mixta comercial puede tener fósforo que no esté presente como ortofosfatos.

Se consideran errores de manipulación y medición despreciables, recurriendo a la utilización de herramientas estadísticas se procede a la determinación un error más exacto.

**Conclusión:** Se determinó que cada 100 gramos de cocoa comercial hay  $0.1797 \pm 0.0096$  gramos de fósforo

### **Futuras líneas de investigación:**

- Se propone tomar una muestra de polvo de cacao sin agregados, realizar el mismo experimento para obtener la masa de fósforo cada 100 gramos de muestra, comparando los resultados obtenidos se podrá determinar si se le es agregado fósforo durante el proceso de elaboración del producto.
- Tomando en cuenta el resultado obtenido, comparar con muestras de otras marcas de polvo de cacao azucarado, determinando así cantidades de fósforo en distintas muestras.
- Estudiar existencias de otras sustancias y minerales que estén presentes en la cocoa y cuantificarlas.

## **Bibliografía:**

Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (4ta edición). Naucalpan de Juárez, México: Pearson.

Recuperado el 29/30/2016 del sitio web de la asociación civil de promoción de inversiones del estado de Lara (Venezuela): <https://es.scribd.com/doc/33600422/Proyecto-Del-Cacao>

Recuperado el 29/30/2016 del sitio web de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Entre Ríos (Argentina):

[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/\\$FILE/2013%20-%20Pautasso%20-%20Ms%20Sc.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/$FILE/2013%20-%20Pautasso%20-%20Ms%20Sc.pdf)

Recuperado el 29/30/2016 del sitio web de international plant nutrition institute:

[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/8F8A81C8E455D68F05256BE3002B04F0/\\$file/F%C3%B3sforo-Un+nutriente+esencial+en+la+dieta+humana.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/8F8A81C8E455D68F05256BE3002B04F0/$file/F%C3%B3sforo-Un+nutriente+esencial+en+la+dieta+humana.pdf)

Recuperado el 29/30/2016 del sitio web de la facultad de ingeniería de Buenos Aires:

<http://materias.fi.uba.ar/6305/download/Espectrofotometria.pdf>

Recuperado el 19/09/2016 del sitio web del instituto de salud pública de Chile:

[http://www.ispch.cl/lab\\_amb/doc/qca\\_alimentos\\_nutricion/PRT-711.02-056.pdf](http://www.ispch.cl/lab_amb/doc/qca_alimentos_nutricion/PRT-711.02-056.pdf)

Recuperado el 29/10/2016 del sitio web del INCAP y de la OPS:

[http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc\\_view/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica](http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica)

Recuperado el 29/10/2016 del sitio web de la Universidad de Granada (Dpto de Química):

<http://www.ugr.es/~decacien/Planes/Quimica/Plan%201997/temarios/671111d-archivos/Practicas/fosforo.doc>

Recuperado el 29/10/2016 del sitio web de la universidad de córdoba:

[http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRÍA.pdf](http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRÍA.pdf)

Recuperado el 31/10/2016 del sitio web de Xarxa temàtica Educativa de Catalunya

<http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/05tecnicas.html>

## Anexo:

Según el reglamento Bromatológico Nacional, Decreto n°315/994 del 5 de julio de 1997: Alimento en polvo con cacao, es la mezcla de homogénea de cacao en polvo o cacao soluble en polvo y otros ingredientes, con un contenido de cacao en polvo o cacao soluble en polvo del 15% m/m a 24% m/m. Se pueden utilizar los siguientes ingredientes: azúcares, leche en polvo, suero de leche en polvo, cereales (molidos, laminados o bajo otras formas), almidón de maíz, almidones modificados, maltodextrinas, fosfolípidos (lecitina u otros autorizados), saborizantes (vainilla, vainillina, etilvainillina), cloruro de sodio.

## Medidas de seguridad:

### Ácido clorhídrico:



P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección.

P260: No respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol.

### Acetato de sodio anhidro:



P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección

### Ácido acético glacial:



H226: Líquido y vapores inflamables.

P210: Manténgase alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. – No fumar.

P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección

### Ácido ascórbico:

No presenta riesgos significativos.

### Ácido oxálico:



Atención, nocivo en contacto con la piel.

**Ácido sulfúrico:**



P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección.

P260: No respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol.

**Molibdato de amonio:**



Atención, manejar producto según estándares de laboratorio.

**Preparación de solución 1:** Masar 34g de acetato de sodio anhidro, disolver en agua destilada, mezclar con 94mL de ácido acético glacial, completar un litro con agua, controlar pH con papel pH.

**Preparación de solución 2:** Preparar solución de ácido ascórbico al 1%  $m/v$  en solución de ácido oxálico al 0.5%  $m/v$ .

**Preparación de solución 3:** Diluir 75mL de ácido sulfúrico en 200mL de agua destilada, por otro lado disolver 25g de molibdato de amonio en 300mL de agua destilada, después de tener ambas soluciones, mezclar la primera con la segunda.

**Preparación de solución estándar:** Preparar una solución de fósforo de concentración exactamente conocida 219.68ppm, a partir de dicha solución madre preparar por disolución soluciones hijas para construir una curva de calibración.

**Ilustraciones:** Tabla de composición de alimentos de Centroamérica elaborada por el instituto de nutrición de centro américa y panamá (INCAP) y la organización panamericana de la salud (OPS)

| Código | NOMBRE             | Agua | Energía | Proteína | Grasa Total | Carbohidratos | Fibra Diet. total | Ceniza | Calcio | Fosforo |
|--------|--------------------|------|---------|----------|-------------|---------------|-------------------|--------|--------|---------|
|        |                    | %    | Kcal.   | g        | g           | g             | g                 | g      | mg     | mg      |
| 17046  | COCOA MIXTA, POLVO | 1.50 | 398     | 6.67     | 4.00        | 83.73         | 3.60              | 4.10   | 133    | 315     |

Muestra de vascolet inicial



Primera etapa de calcinación (6 h)



Segunda etapa de calcinación (10 h)



Muestra final de cenizas



Mufia



Soluciones patrón



Fotoclorímetro

