



Escuela Técnica de Pando

# **Cuantificación de fructosa y calcio en una muestra de jugo natural de frutilla**



**Nombre de las alumnas:** Daniela García, Kiara Padilla

**Grupo:** 3° BO Química Industrial

**Período de realización:** 07/11/22 - 17/11/22

---

*Docentes: Cecilia Arriola, Natalia Boscana, Raúl Britos, Ángel Cuenca, Nicolás Fernández, Anarella Gatto, Gimena Suárez, Francisco Tejera.*

## Resumen

En el siguiente informe se presentaron los resultados de una serie de investigaciones sobre la muestra elegida, la cual fue frutilla. Con el objetivo de determinar la concentración de fructosa en la muestra fue realizado un método espectrofotométrico obteniéndose un resultado de  $(4,63 \pm 0,05)$  % (m/m) de azúcares reductores expresados como fructosa en 100 g de frutilla. Primeramente, con la ayuda de reactivos tales como Seliwanoff, Barfoed y Fehling, se determinó la presencia o ausencia de fructosa cualitativamente. Con el objetivo de analizar la cantidad de calcio presente en la muestra se realizó una valoración con EDTA disódico patrón secundario, obteniendo así un valor de  $(4,93 \pm 0,05)$  mg de  $\text{Ca}^{2+}$  en 100 g de muestra. Se calculó también el porcentaje de cenizas de las frutillas  $(0,451 \pm 0,005)$  % en 100 g. Se midió el pH del jugo de frutilla utilizado con ayuda de un pH-metro  $(3,29 \pm 0,01)$ . Por último, se extrajo el ADN de la muestra de frutilla por un método cualitativo, pudiendo así ser observado al microscopio óptico.

## Abstract

The following report presents the results of a series of investigations on the chosen sample, which was strawberry. In order to determine the concentration of fructose in the sample, a spectrophotometric method was implemented, obtaining a result of  $(4.63 \pm 0.05)$  % (m/m) of reducing sugars expressed as fructose in 100 g of strawberries and previously with the help of reagents such as Seliwanoff, Barfoed and Fehling's reagent, the presence or absence of fructose was determined qualitatively. In order to analyze the amount of calcium present in the sample, a secondary standard disodium EDTA titration was completed, thus obtaining a value of  $(4.93 \pm 0.05)$  mg of  $\text{Ca}^{2+}$  in 100 g of sample. The ash percentage of strawberries  $(0.451 \pm 0.005)$ % in 100 g was also calculated. The pH of the strawberry juice used was measured with the help of a pH-meter  $(3.29 \pm 0.01)$ . Finally, the DNA of the strawberry sample was extracted by a qualitative method, thus being able to be observed under an optical microscope.

## Introducción

Al realizar las primeras investigaciones sobre la fructosa, nos enteramos de que puede presentarse una problemática sociológica, debido a que existen personas las cuales son intolerantes a este glúcido y al cuantificar podríamos comprobar si las frutillas analizadas podrían ser consumidas o no con precaución por aquellas personas que sufren esta condición. Debido a la carencia de datos sobre el tema decidimos hacer nuestra propia investigación, brindando así más información a aquellos quienes estén interesados. A modo de ahondar más en los parámetros de la frutilla, se decidió realizar también una cuantificación de calcio en la misma.

Para lograr llevar a cabo los objetivos mencionados se realizaron las siguientes preguntas investigables: ¿Qué porcentaje de fructosa presentan 100 gramos de frutilla?, ¿qué cantidad de calcio se encuentran en 100 gramos de muestra? y, por último ¿qué porcentaje de encuestados provenientes de la ciudad de Pando es consciente de la existencia de la intolerancia a la fructosa? Con el fin de dar respuestas a dichas preguntas, se realizaron distintos métodos tales como espectrofotometría indirecta por la ley de Lambert-Beer para la cuantificación de fructosa, valoración complejométrica con EDTA disódico patrón secundario para la cuantificación del calcio y una encuesta para la última pregunta.

Previo a dar comienzo con la actividad práctica se realizaron ciertas hipótesis teniendo en cuenta los datos teóricos reunidos, se espera que las cantidades obtenidas tanto de fructosa como de calcio en la muestra no excedan los valores teóricos. En cuanto a la encuesta se espera que más del 80 % no conozca la existencia de la problemática.

## Fundamento teórico

### ¿Qué es la frutilla?

Las frutillas son varias especies de plantas rastreras del género *Fragaria*, nombre que se relaciona con la «fragancia» que posee (en latín, *fraga*), cultivadas por su fruto comestible. La frutilla es una fruta de forma cónica o casi redonda, de tamaño variable según la especie (de 15 a 22 mm de diámetro), coronada por sépalos verdes, de color rojo y con un sabor que varía de ácido a muy dulce. Lo que más caracteriza a esta fruta es su intenso aroma. En realidad no es un fruto, sino un engrosamiento del receptáculo floral, una modificación carnosa del tallo con la función de contener dentro de ella los frutos de la planta; siendo las «pepitas» —aquenios— que hay sobre esta infrutescencia, los auténticos frutos. Cada frutilla alberga entre 150 y 200 aquenios. La frutilla silvestre es originaria de Europa, concretamente de la región de los Alpes. Parece que la frutilla comenzó a ser cultivada en Francia en el siglo XV, y algo más tarde (siglo XVIII) en España. Fueron los españoles, portugueses e ingleses los que la expandieron por toda Europa y América, llegando incluso a algunas zonas de Asia (Frutas, s.f.).



Imagen N° 1: Planta de frutilla (Ruiz, 2017)

Las fresas y los fresones son frutas con bajo contenido energético, cuyo principal componente (después del agua) lo constituyen los glúcidos (con una cantidad moderada, alrededor del 7 % de su masa), fundamentalmente: fructosa, glucosa y xilitol (Frutas, s.f.).

En cuanto al pH de esta fruta, las frutillas se clasifican como una fruta ácida debido a que presenta valores para el promedio de pH que fluctúa entre 3,2 y 3,4.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA FRUTILLA	
Glúcidos (g)	7,0
Fibra (g)	2,2
Calcio (mg)	25

Tabla N°1 Composición nutricional de la frutilla cada 100 g de porción comestible, datos extraídos de Frutas, s.f.

### Glúcidos

Los glúcidos son los más abundantes de todos los compuestos orgánicos en la naturaleza. En las plantas, la energía del Sol convierte dióxido de carbono y agua en el glúcido glucosa. Muchas moléculas de glucosa forman parte de las largas cadenas de polímeros, como la del almidón, que almacena energía, o la de la celulosa, que constituye el marco estructural de la planta. Cerca del 65 % de los alimentos de la dieta común humana consisten en glúcidos. Los glúcidos como el azúcar de mesa, la lactosa y la celulosa están todos hechos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Los azúcares simples, que tienen fórmulas de  $C_n(H_2O)_n$ , alguna vez se consideraron como hidratos de carbono, de ahí el nombre de carbohidratos (Timberlake, 2013).

Los glúcidos más simples son los monosacáridos. Un monosacárido no puede dividirse o hidrolizarse en carbohidratos más pequeños. Uno de los glúcidos más comunes, la glucosa,  $C_6H_{12}O_6$ , es un monosacárido. Un disacárido consiste en dos unidades de monosacárido unidas y puede dividirse en cada una de ellas. Por ejemplo, el azúcar de mesa ordinaria, sacarosa,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , es un disacárido que puede dividirse con agua (hidrólisis) en presencia de un ácido o una enzima para producir una molécula de glucosa y una molécula de otro monosacárido, fructosa (Timberlake, 2013).

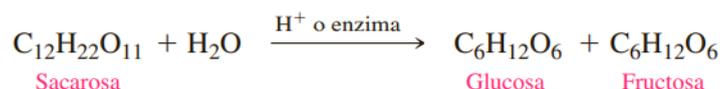


Imagen N°2: Hidrólisis de la sacarosa (Timberlake, 2013).

Los polisacáridos son glúcidos que son polímeros que existen en la naturaleza y contienen muchas unidades de monosacáridos. En presencia de un ácido o una enzima, un polisacárido puede hidrolizarse por completo para producir muchas moléculas de monosacáridos (Timberlake, 2013).

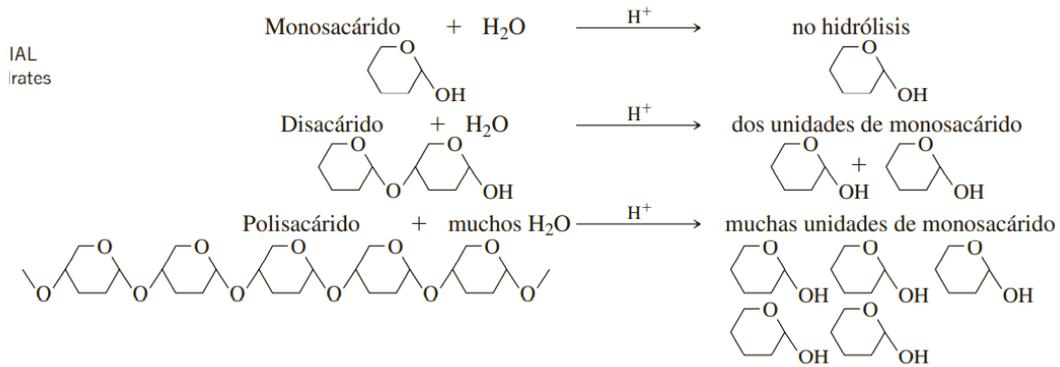


Imagen N°3: Polisacárido en presencia de un ácido o enzima (Timberlake, 2013).

Los monosacáridos son azúcares que tienen una cadena de tres a ocho átomos de carbono, uno en un grupo carbonilo y el resto unido a grupos hidroxilo. Hay dos tipos de estructuras de monosacáridos. En una aldosa, el grupo carbonilo está en el primer carbono como un aldehído, en tanto que una cetosa contiene el grupo carbonilo en el segundo átomo de carbono como una cetona (Timberlake, 2013).

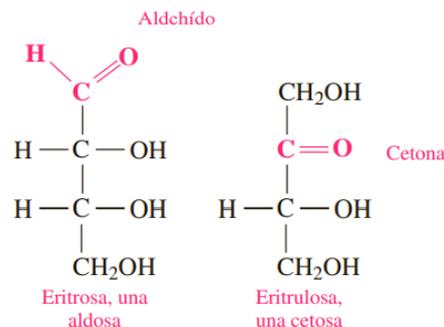


Imagen N°4: Cetosa y aldosa. (Timberlake, 2013)

Un monosacárido con tres átomos de carbono es una triosa, uno con cuatro átomos de carbono es una tetrosa, una pentosa tiene cinco carbonos y una hexosa contiene seis carbonos. Puede usar ambos sistemas de clasificación para indicar el tipo de grupo carbonilo y el número de átomos de carbono. Una aldopentosa es un monosacárido de cinco carbonos que es un aldehído; una cetohexosa sería un monosacárido de seis carbonos que es una cetona (Timberlake, 2013).

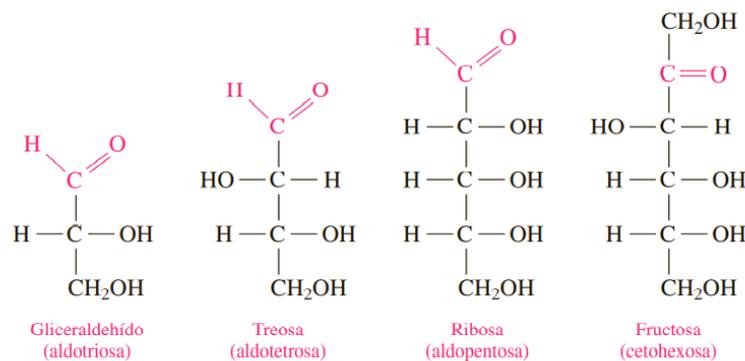
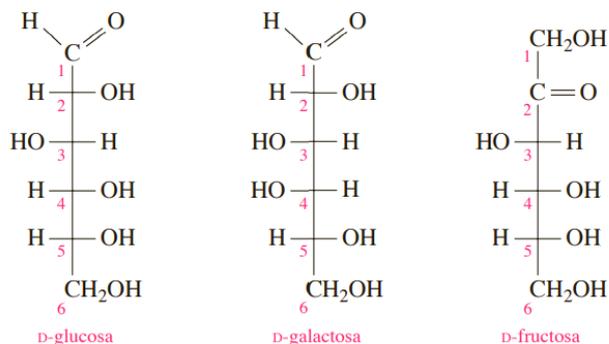


Imagen N°5: Monosacáridos. (Timberlake, 2013)

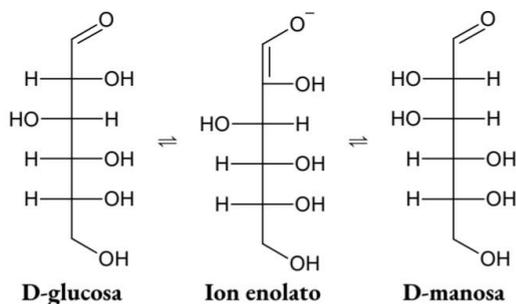
Las hexosas glucosa, galactosa y fructosa son los monosacáridos más importantes. Todos son hexosas con fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ , y son isómeros entre ellos.



*Imagen N°6:* Algunos monosacáridos importantes, proyección de Fischer (Timberlake, 2013).

A diferencia de la glucosa y la galactosa, la fructosa cuya concentración se determinó en frutillas,  $C_6H_{12}O_6$ , es una cetohehexosa. La estructura de la fructosa difiere de la glucosa en los carbonos 1 y 2 por la ubicación del grupo carbonilo. La fructosa es el más dulce de los carbohidratos, casi el doble de dulce que la sacarosa (azúcar de mesa). La fructosa también se obtiene como uno de los productos de hidrólisis de la sacarosa (Timberlake, 2013).

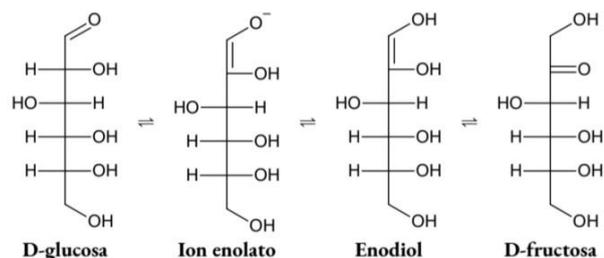
En cuanto a las reacciones de los monosacáridos, es pertinente mencionar aquellas que ocurren en soluciones básicas tal como la que se realizó en esta práctica (Stroker, 2010). En una solución básica, un monosacárido se convierte en una mezcla compleja de polihidroxialdehidos y polihidroxicetonas. Existen dos reacciones bastante comunes en estas condiciones, como ejemplo tenemos a la D-glucosa:



*Imagen N°7:* Equilibrio entre la D-glucosa, el ion enolato y la D-manosa en solución básica (Stroker, 2010).

Se da la epimerización, en esta reacción se cambia la configuración de un carbono quiral al eliminar un catión hidrógeno de él y después volverlo a introducir, estableciendo así un equilibrio entre dos monosacáridos que son epímeros entre sí, con un intermediario que consiste en un ion enolato.

También tenemos al reordenamiento enediol, utilizando la siguiente reacción como ejemplo, se establece un equilibrio entre una aldosa y una cetosa a partir de la conversión del ion enolato (en equilibrio con la aldosa según la reacción anterior) en un enediol, lo que permite cambiar la posición del grupo carbonilo del carbono 1 al carbono 2.

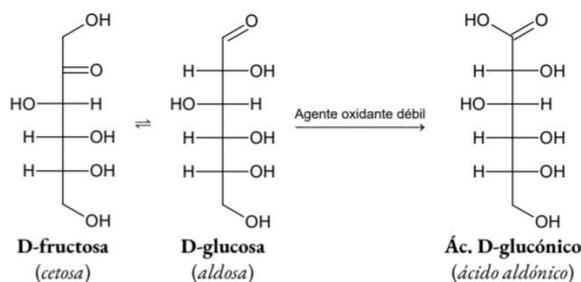


*Imagen N°8: Equilibrio entre la D-glucosa y la D-fructosa debido al enodiol (Stroker, 2010).*

De la misma manera, la D-fructosa puede experimentar nuevamente esta reacción y el grupo carbonilo puede seguir bajando a lo largo de la cadena de carbonos, formando otras polihidroxicetonas. Debido a esto, si se pone una aldosa cualquiera en solución básica, la solución resultante no contendrá únicamente a la aldosa, sino también a su epímero en el carbono 2 y a una o más cetosas. Esto fundamenta muchas de las reacciones químicas que se observan en los monosacáridos (Stroker, 2010).

Sobre las reacciones redox de los monosacáridos, se sabe que se deben a la presencia en sus moléculas de grupos carbonilo e hidroxilo, lo que hace que posean a la vez propiedades de los aldehídos (o cetonas) y de los alcoholes, es sabido que estas familias de compuestos pueden convertirse unas a otras mediante oxidación o reducción. La oxidación de los monosacáridos puede producir tres tipos diferentes de compuestos, comúnmente llamados azúcares ácidos (por pertenecer a la familia de los ácidos carboxílicos). El producto queda determinado por el agente oxidante utilizado. Agentes oxidantes débiles, como los iones  $\text{Ag}^+$  (presentes en el reactivo de Tollens) y  $\text{Cu}^{2+}$  (presentes en los reactivos de Benedict o de Fehling, el cual fue utilizado en esta práctica), oxidan el grupo carbonilo de las aldosas convirtiéndolo en un grupo carboxilo, produciendo así un ácido aldónico (Stroker, 2010).

Las aldosas actúan como agentes reductores en estas reacciones (en el caso del reactivo de Tollens reducen los iones  $\text{Ag}^+$  a plata metálica, y en el caso de los reactivos de Benedict y Fehling reducen los iones  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{Cu}^+$  en forma de óxido cuproso). Por esta razón es que las aldosas integran la familia de los azúcares reductores, definiendo estos como los glúcidos que dan una prueba positiva con los reactivos de Tollens, Benedict y Fehling. No son solo las aldosas quienes integran esta familia, pero son miembros importantes. En las condiciones básicas asociadas a las soluciones de Tollens, Benedict y Fehling, las cetosas también son azúcares reductores, debido a que por el reordenamiento enodiol están en equilibrio con alguna aldosa que actúa como agente reductor. En el caso de la D-fructosa (una cetosa), producto del reordenamiento enodiol, en una solución básica se pone en equilibrio con la D-glucosa (una aldosa), que como fue visto anteriormente puede reaccionar con un agente oxidante débil para producir ácido D-glucónico. Esta situación queda resumida como sigue:



*Imagen N°9: Equilibrio entre una cetosa y una aldosa actuando como agente reductor (Stroker, 2010).*

Como esta situación puede darse con cualquier cetosa, es posible decir que todos los monosacáridos son azúcares reductores.

### Reactivo de Seliwanoff

La prueba de Seliwanoff es una prueba química que se usa para distinguir aldosas y cetosas. Los azúcares son distinguidos a través de su función como cetona o aldehído. Esta prueba está basada en el hecho de que al calentarlas, las cetosas son deshidratadas más rápido que las aldosas (Viesca, Gómez, 2018).

El reactivo consiste en resorcinol y ácido clorhídrico concentrado:

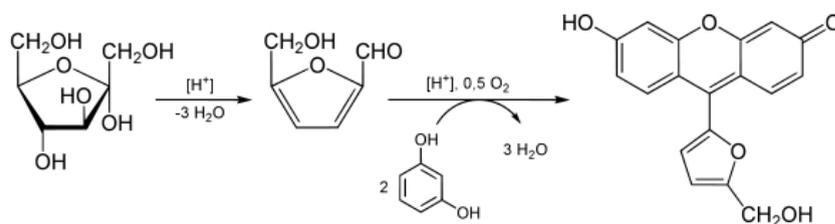


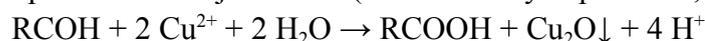
Imagen N°10: Prueba de Seliwanoff (Viesca, Gómez, 2018).

La hidrólisis ácida de polisacáridos y oligosacáridos da azúcares simples, entonces la cetosa deshidratada reacciona con el resorcinol para producir un color rojo. Es posible que las aldosas reaccionen produciendo un leve color rosa.

La fructosa da positiva a esta prueba. La sacarosa da negativa a esta prueba ya que la molécula, si bien está constituida por glucosa y fructosa, en la unión alfa (1-2) se anulan las propiedades reductoras de la glucosa y la fructosa, por lo que no da positiva, la sacarosa da positiva cuando se le realiza una hidrólisis ácida, lo que la convierte en un azúcar invertido o invertasa, donde se rompe el enlace alfa (1-2) y permite que la reacción con esta prueba dé positivo (Viesca, Gómez, 2018).

### Reactivo de Barfoed

Otra prueba realizada fue la prueba de Barfoed, esta es un ensayo químico utilizado para detectar monosacáridos. Se basa en la reducción de cobre (II) (en forma de acetato) a cobre (I) (en forma de óxido), el cual forma un precipitado color rojo ladrillo (Biochemistry department, 2006).



Los disacáridos también pueden reaccionar, pero en forma más lenta. El grupo aldehído del monosacárido que se encuentra en forma de hemiacetal se oxida a su ácido carboxílico correspondiente (Welker, 1915).

Esta prueba fue descrita por primera vez por el químico danés Christen Thomsen Barfoed y se utiliza principalmente en botánica. Esta prueba es similar a la prueba de Fehling.

### Reactivo de Fehling

El reactivo de Fehling es un reactivo químico utilizado para diferenciar entre los grupos funcionales cetona y aldehído solubles en agua, y como prueba para azúcares reductores y azúcares no reductores, complementaria a la prueba del reactivo de Tollens. La prueba fue desarrollada por el químico alemán Hermann von Fehling en 1849 (Bermejo, 1990).

Al compuesto a ensayar se añade a la solución de Fehling y la mezcla se calienta. Los aldehídos se oxidan, dando un resultado positivo, pero las cetonas no reaccionan, a menos que sean  $\alpha$ -hidroxicetonas. La prueba de Fehling se puede utilizar como una prueba genérica para monosacáridos y otros azúcares reductores (por ejemplo, maltosa). Dará un resultado positivo para los monosacáridos de aldosa (debido al grupo aldehído oxidable) pero también para los monosacáridos de cetosa, ya que se convierten en aldosas por la base en el reactivo, y luego dará un resultado positivo (Bermejo, 1990).

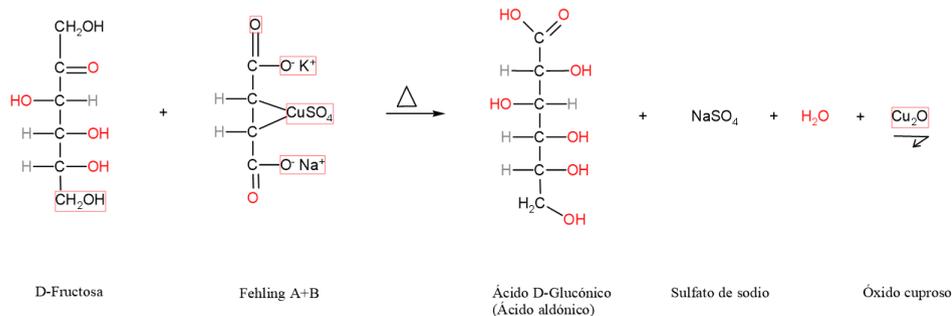


Imagen N°11: Reacción de oxidación de fructosa con el reactivo de Fehling.

### ADN

El ADN o ácido desoxirribonucleico del cual se realizó una extracción en la muestra, es el material genético presente en todos los seres vivos, desde bacterias hasta mamíferos, se encuentra en el núcleo de los organismos eucariotas y en los cloroplastos y mitocondrias. En los procariontes, el ADN se encuentra libre en la célula. El ADN está compuesto de monómeros llamados nucleótidos, los nucleótidos se combinan entre sí para formar un polinucleótido, en este caso, el ADN (Magalhães, s.f.).

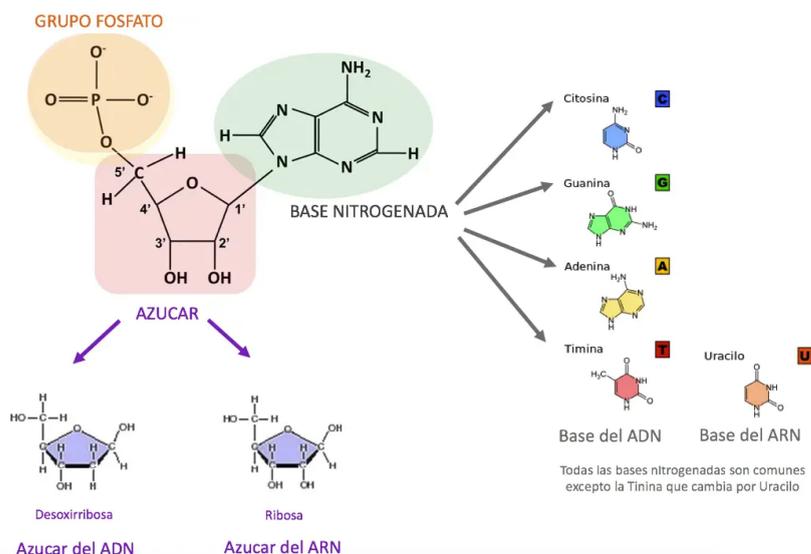


Imagen N°12: Estructura de un nucleótido (Magalhães, s.f.)

El ADN tiene una estructura de doble cadena en hélice que se asemeja a una escalera en espiral, en el exterior de la hélice, las desoxirribosas y los grupos fosfatos forman la columna del ADN, mientras que en el interior se encuentran las bases nitrogenadas, como los peldaños de una escalera.

Las cadenas del ADN corren en direcciones opuestas, esto se conoce como orientación antiparalela. Las bases nitrogenadas de una cadena se ligan a las bases de la cadena opuesta formando pares de base, estos se establecen únicamente entre adenina y timina o guanina y citosina (Magalhães, s.f.).

El ADN tiene como función proporcionar el código para todas las actividades de la célula. El gen es la parte del ADN en la que está "escrito" este código, el contenido genético de una célula se conoce como genoma (Magalhães, s.f.).

### Complejos

Los elementos metálicos tienden a perder electrones en sus reacciones químicas, lo que da lugar a iones metálicos, sin embargo estos iones con carga positiva, o cationes, no existen en forma aislada; por lo regular interactúan con iones de carga negativa, aniones, que con sus electrones no compartidos actúan como bases de Lewis y se pueden asociar covalentemente al centro metálico (Basolo y Johnson, 1964).

Estas especies se conocen como iones complejos o sencillamente complejos; los compuestos que los contienen se denominan compuestos de coordinación, y las moléculas o los iones que rodean a un ion metálico en un complejo se conocen como agentes complejantes o ligantes (del vocablo latino *ligare*, que significa "unir"). Los iones metálicos existen frecuentemente como complejos, por ejemplo, en una solución acuosa el ion metálico está usualmente coordinado a moléculas de agua u otros ligantes, cuando se encuentra en otro tipo de solvente coordinante. Normalmente los ligantes son aniones o moléculas polares, y tienen un par de electrones de valencia no compartidos como ocurre con  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{X}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PR}_3$ ,  $\text{RCN}$ , etc. (Basolo y Johnson, 1964).

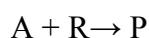
La unión entre el ligante y el ion metálico puede ser de tipo electrostática, entre el catión y los extremos negativos de los dipolos o iones, y la capacidad para formar los complejos dependerá del aumento de carga positiva del ion metálico y de la disminución del tamaño de átomo. Sin embargo, muchos iones de los metales de transición forman más fácilmente complejos de lo que sugiere su carga y su tamaño, como ocurre con el  $\text{Al}^{3+}$  y el  $\text{Cr}^{3+}$  (DCNE, s. f.).

Para realizar la cuantificación de fructosa en la muestra de frutillas se obtuvo un complejo a partir del óxido cuproso debido al reactivo de Fehling empleado, este reaccionó con el ácido nítrico produciendo  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (ac), el cual a su vez reacciona con el  $\text{NH}_3$  produciendo el complejo  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  de color azul el cual se observó en la curva de calibración. Esto puede comprobarse en las siguientes reacciones:



### Valoraciones

Una valoración es un proceso de análisis en el que una sustancia se hace reaccionar con un reactivo que se añade poco a poco hasta reacción estequiométrica. Si consideramos dos sustancias que experimentan una reacción cuantitativa:



La valoración consiste en añadir a una cantidad fija de uno de los reactivos (generalmente el analito) e incrementos del otro reactivo (suele ser el patrón) hasta que la reacción se complete. El final de la valoración se decide observando los cambios en alguna propiedad físico-química de la solución valorada (Baeza, 2017).

Un agente valorante para la IUPAC es el agente activo con el que se realiza la valoración. Por ello, se considera como valorante el reactivo que se añade paulatinamente, la sustancia valorada es la que se encuentra en cantidad fija, a la que se añade el valorante (Baeza, 2017).

Una reacción indicadora, en los sistemas de indicación química, es la reacción que da lugar a un cambio observable que permite decidir el final de la valoración. Es usual clasificar las volumetrías según el tipo de reacción volumétrica en la que se basan, algunas de ellas: valoraciones ácido-base, valoraciones de formación de complejos, valoraciones de oxidación-reducción, entre otras.

En las valoraciones de formación de complejos son especialmente útiles las que utilizan EDTA como reactivo valorante, tal como se realizó en esta práctica (Baeza, 2017).

## **EDTA**

El EDTA es una sustancia que se adhiere a los iones de ciertos metales como el calcio, magnesio, plomo e hierro. Se usa en medicina para prevenir los coágulos de sangre y para extraer el calcio y el plomo del cuerpo. También se usa para evitar que las bacterias formen biopelículas (capa delgada que se adhiere a la superficie). Es un tipo de quelante. También se llama ácido edético y ácido etilendiaminatetraacético (Baeza, 2017).

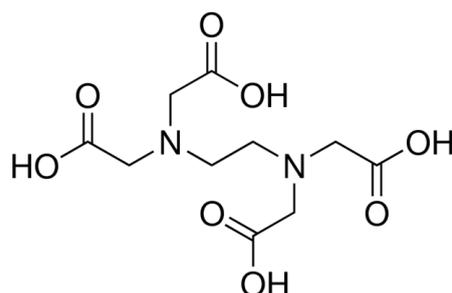
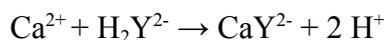


Imagen N°13: Estructura de EDTA.

Reacción entre el calcio de la muestra y el EDTA:



## **¿Qué es el calcio?**

El calcio se considera como un elemento químico que pertenece a los metales alcalinotérreos y por lo tanto forma parte del grupo 2 (IIA) en la tabla periódica. Se presenta como un elemento metálico, con alta dureza, su símbolo químico es (Ca) y se caracteriza por tener una masa molar de 40,08 g/mol. Además, debido a que es un metal alcalinotérreo se sabe que es un elemento químico bastante reactivo y capaz de formar varios compuestos y minerales, su configuración electrónica es [Ar]4s<sup>2</sup>, cuenta con un punto de fusión de 842 °C y un punto de ebullición de 1484 °C.

El calcio compone al menos el 3,5 % de la corteza terrestre y es un componente fundamental de los seres vivos, entre ellos las plantas (Maldonado, 2021).

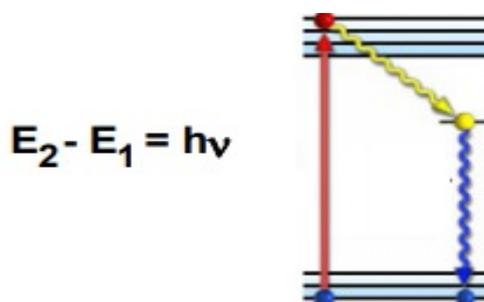
## **pH**

Un medidor de pH es un dispositivo utilizado para medir el pH que puede ser cuantificado como cualquiera de las siguientes posibilidades, la concentración de iones de hidrógeno en una solución acuosa o bien la actividad de los iones de hidrógeno en una solución acuosa. El valor de pH indicará si la solución es ácida o básica. Los medidores de pH trabajan en líquidos pero por medio de electrodos especiales se utilizan a veces para medir el pH de las sustancias semi-sólidas. Un medidor de pH típico consiste en un electrodo de medición especial conectado a un medidor electrónico que cuantifica y muestra la lectura de pH de la solución problema. El electrodo es una parte clave del medidor de pH, generalmente consiste en una varilla hecha de vidrio. En la parte inferior del electrodo hay un bulbo que contiene sensor; se utiliza un electrodo de vidrio conectado a un potenciómetro de pH (en inglés *pHmeter*). El electrodo de vidrio está combinado con un electrodo de referencia y dadas las características de función de estos aparatos se les denomina “potenciómetros” de forma correcta, pero debido a que el término en inglés es *pHmeter* comúnmente se les llama “peachímetros” (Rojas y Vázquez, 2016).

### **Espectrofotometría**

El fundamento de la espectroscopía se debe a la capacidad de las moléculas para absorber radiaciones, entre ellas las radiaciones dentro del espectro UV-visible. Las longitudes de onda de las radiaciones que una molécula puede absorber y la eficiencia con la que se absorben dependen de la estructura atómica y de las condiciones del medio (pH, temperatura, fuerza iónica, constante dieléctrica), por lo que dicha técnica constituye un valioso instrumento para la determinación y caracterización de biomoléculas (Díaz et al., 2016).

Las moléculas pueden absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna. Esto permite poner en funcionamiento ciclos vitales como la fotosíntesis en plantas y bacterias. Cuando la luz (considerada como energía) es absorbida por una molécula se origina un salto desde un estado energético basal o fundamental,  $E_1$ , a un estado de mayor energía (estado excitado),  $E_2$ . Y solo se absorberá la energía que permita el salto al estado excitado. Cada molécula tiene una serie de estados excitados (o bandas) que la distingue del resto de moléculas. Como consecuencia, la absorción que a distintas longitudes de onda presenta una molécula, esto es su espectro de absorción el cual constituye una señal de identidad de la misma. Por último, la molécula en forma excitada libera la energía absorbida hasta el estado energético fundamental (Díaz et al., 2016).



*Imagen N°14: Diagrama de niveles de energía en una molécula (Díaz et al., 2016).*

El color que absorbe es el complementario del color que transmite. Por tanto, para realizar mediciones de absorción es necesario utilizar la longitud de onda en la que absorbe luz la solución coloreada. La fuente de radiación visible suele ser una lámpara de tungsteno y no proporciona suficiente energía por debajo de 320 nm (Díaz et al., 2016).

longitud de onda aproximada	color de luz que se absorbe	color de luz que se refleja o ve
390 - 435	Violeta	Amarillo verdoso
435 - 490	Azul	Amarillo
490 - 580	Verde	Rojo
580 - 595	Amarillo	Azul
595 - 650	Naranja	Azul verdoso
650 - 780	Rojo	Verde azulado

*Imagen N°15: Longitud de onda según el color de luz que absorbe y refleja (Díaz et al., 2016).*

La ley de Lambert-Beer expresa la relación entre absorbancia de luz monocromática (de longitud de onda fija) y concentración de un cromóforo en solución:

$$A = \log I/I_0 = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

La absorbancia de una solución es directamente proporcional a su concentración, a mayor número de moléculas mayor interacción de la luz con ellas; también depende de la distancia que recorre la luz por la solución, a igual concentración, cuanto mayor distancia recorre la luz por la muestra más moléculas se encontrará; y por último, depende de  $\varepsilon$ , una constante de proporcionalidad denominada coeficiente de extinción que es específica de cada cromóforo (Díaz et al., 2016).

La medición de absorbancia de la luz por las moléculas se realiza en unos aparatos llamados espectrofotómetros. Aunque pueden variar en diseño, en especial con la incorporación de ordenadores para el análisis de datos, todos los espectrofotómetros constan de:

1. Una fuente de energía radiante: lámpara de deuterio y tungsteno.
2. Un monocromador para la selección de radiaciones de una determinada longitud de onda: filtros, prismas, redes de difracción.
3. Un compartimento donde se aloja un recipiente transparente (cubetas o tubos) que contenga la muestra. Pueden ser de vidrio, cuarzo o plástico transparente. Para medir en UV se deben usar las de cuarzo o sílice fundido, porque el vidrio no transmite la radiación UV.
4. Un detector de luz y un amplificador convertidor de las señales luminosas en señales eléctricas.
5. Un registrador o sistema de lectura de datos.

## **Centrifugación**

Por otro lado, la centrifugación es un método para separar sustancias sólidas de líquidas de distinta densidad en una mezcla, siempre y cuando las primeras sean insolubles, empleando para ello la fuerza centrífuga. Por ejemplo: el lavarropas, la separación del ADN (una de sus funciones en esta actividad práctica), secado de sólidos, entre otros.

Para ello se emplea un instrumento llamado centrífuga, que hace girar la mezcla sobre un eje fijo y determinado. Como su nombre lo sugiere (centrífuga: que huye del centro), esta fuerza tiende a llevar los componentes más densos hacia afuera del eje de rotación, dejando a los menos densos en el centro mismo. Es contraria a la fuerza centrípeta (Editorial Etecé, 2022).

## **¿Qué es la malabsorción de fructosa?**

La malabsorción de fructosa se genera por la falta de un transportador intestinal específico cuya misión es incorporar la fructosa desde la luz del intestino delgado. Este transporte es dependiente de la cantidad de fructosa presente en la luz intestinal. La intolerancia a fructosa se define como la presencia de síntomas asociados a esta malabsorción, ya que la fructosa no absorbida llega hasta el colon, donde las bacterias intestinales la someten a un proceso de fermentación que conduce a la liberación de gases como el dihidrógeno, dióxido de carbono y metano, así como ácidos grasos de cadena corta y agua (Pérez y Riquelme, s.f.).

Hay que tener en cuenta que tanto el grado de malabsorción (que depende del déficit de enzima transportadora y de la mezcla de azúcares en la luz intestinal) como el grado de intolerancia (que depende de la sensibilidad intestinal) es variable de unos pacientes a otros y no siempre van relacionados. Así por ejemplo, pacientes con elevada sensibilidad intestinal (como ocurre en el síndrome de intestino irritable) suelen tener síntomas de mayor intensidad, aunque su grado de malabsorción no sea muy alto y también puede ocurrir todo lo contrario, es decir que se tenga una franca malabsorción de fructosa y/o sorbitol sin apenas síntomas (Pérez y Riquelme, s.f.).

- Intolerancia a la fructosa primaria: Obedece a una disminución de la enzima transportadora posiblemente por causas genéticas, desarrollándose a lo largo de la vida.
- Intolerancia a la fructosa secundaria: No está codificada genéticamente y se debe a la presencia de una enfermedad intestinal (gastroenteritis, enfermedad inflamatoria intestinal, enteritis por radiación, enfermedad celíaca...) que daña el borde en cepillo de la mucosa intestinal de forma transitoria aunque también puede ser permanente.

Hay otras enfermedades vinculadas con el metabolismo de la fructosa pero mucho más raras, con mayor gravedad y de carácter genético (fructosemia, fructosuria benigna o esencial) (Pérez y Riquelme, s.f.).

Con el fin de comprobar las hipótesis que responden a la pregunta de investigación planteada en cuanto a esta problemática sociológica, se llevó a cabo una técnica de investigación social muy utilizada llamada encuesta. La encuesta es sin duda la técnica de investigación social más usada. Tan usada, que la gente no sólo se ha habituado a escuchar hablar de ellas, sino que incluso llega a creer que no se puede hacer investigación seria sin encuestas. Nosotros sabemos que no es así, pero también sabemos que a veces, al menos algunas veces, necesitamos aplicar encuestas. Y para eso necesitamos saber cómo se hacen. Eso también va en contra del sentido común. Parece que para algunas personas, el hacer un buen cuestionario y aplicarlo, fuera lo más sencillo del mundo (Marrero, 2005).

## **Factores de riesgo y medidas de seguridad**

En cuanto a las medidas de seguridad empleadas durante la práctica, se puede destacar el uso de las medidas de protección personal básicas (túnica, guantes y lentes de seguridad), además del uso de campana al momento de trabajar con sustancias concentradas y encender el espectrofotómetro 15 minutos antes de su uso, verificando que este midiera absorbancia.

**Materiales****Sustancias y soluciones**

<p><i>Cuantificación de fructosa</i></p> <p>Espectrofotómetro</p> <p>Matraces aforados (50,00 ± 0,06) mL</p> <p>Vidrio reloj</p> <p>Espátulas</p> <p>Vaso de Bohemia de 50,0 mL</p> <p>Vaso de Bohemia de 250,0 mL</p> <p>Pipeta aforada (10,00 ± 0,04) mL</p> <p>Pipeta aforada (25,00 ± 0,03) mL</p> <p>Probeta (10,0 ± 0,2) mL</p> <p>Balanza analítica</p> <p>Plancha calefactora</p> <p>Mixer</p> <p>Media de nylon</p> <p>Soporte y aro</p> <p>Embudo</p> <p>Matraz Erlenmeyer 250,0 mL</p> <p>Varilla</p> <p>Papel secante</p> <p>Pipeta Pasteur</p> <p>Centrífuga</p> <p>Tubos de centrífuga</p> <p>Bureta (10,00 ± 0,05) mL</p> <p>Matraces aforados (25,00 ± 0,03) mL</p>	<p><i>Cuantificación de fructosa</i></p> <p>Agua destilada</p> <p>Fructosa PPA</p> <p>Ácido nítrico concentrado</p> <p>Amoníaco concentrado</p> <p>Reactivo de Fehling A y B</p> <p>Reactivo de Seliwanoff</p> <p>Reactivo de Barfoed</p>
<p><i>Extracción de ADN</i></p> <p>Mixer</p> <p>Tubos de ensayo</p> <p>Centrífuga</p> <p>Pipeta Pasteur</p> <p>Espátula</p> <p>Vidrio reloj</p> <p>Probeta de (50 mL ± 1) mL</p> <p>Probeta de (250 mL ± 2) mL</p> <p>Microscopio óptico</p>	<p><i>Extracción de ADN</i></p> <p>Frutilla</p> <p>Cloruro de sodio (NaCl)</p> <p>Hidrógenocarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>)</p> <p>Detergente líquido</p> <p>Azul de metileno</p> <p>Etanol al 70 % V/V frío</p> <p>Agua destilada</p>

<p><i>Cuantificación de calcio</i></p> <p>Crisoles</p> <p>Plancha</p> <p>Espátulas</p> <p>Varilla de vidrio</p> <p>Mufla</p> <p>Desecador</p> <p>Pipeta aforada (10,00 ± 0,04) mL</p> <p>Matraz aforado (100,00 ± 0,16) mL</p> <p>Tapones</p> <p>Vaso de Bohemia 250,0 mL</p> <p>Vaso de Bohemia 100,0 mL</p> <p>Pipeta Pasteur</p> <p>pH-metro</p> <p>Parafilm</p> <p>Pipeta graduada 10,0 mL</p> <p>Papel filtro</p> <p>Embudo</p> <p>Bureta (25,00 ± 0,05) mL</p> <p>Matraz aforado (250,00 ) mL</p>	<p><i>Cuantificación de calcio</i></p> <p>HCl 1:1</p> <p>Agua destilada</p> <p>Murexida</p>
---	---

## Métodos

### Obtención del jugo natural de la muestra:

1. La frutilla fue colocada en un mixer por aproximadamente 5 minutos.
2. Una vez pasados los 5 minutos, la fruta triturada fue filtrada con ayuda de una media de nylon.
3. De este filtrado se descartó los restos que quedaron en el filtro luego de haber medido su masa y finalmente se procedió a trabajar con el jugo extraído mediante el filtrado.
4. Se determinó el pH del mismo, para ello se hizo uso de un pHmetro previamente calibrado.

### Determinación de la concentración de fructosa en una muestra de jugo de frutilla, por espectrofotometría:

#### *Preparación del patrón de fructosa:*

1. Fueron disueltos 0,1251 g de fructosa (medidos por diferencia de masas) en agua destilada en un matraz aforado de 50,00 mL.

#### *Preparación de la muestra:*

1. Se midió la masa con exactitud de 100 g de frutilla luego del uso de mixer en un vaso de Bohemia de 50 mL y el valor fue registrado.

2. Seguidamente, el jugo fue disuelto en aproximadamente 20 mL de agua destilada “caliente”.
3. La solución fue enfriada en un baño de hielo y transferida cuantitativamente a un matraz Erlenmeyer de 250,0 mL, enrasando con agua destilada.

*Determinación espectrofotométrica:*

1. Se llenó una bureta de 10,00 mL con la solución patrón de fructosa y los siguientes volúmenes de la misma fueron transferidos a una serie de tubos de centrifuga:

	Blanco	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
V patrón (mL)	0	0,50	1,00	1,50	2,00

2. Se preparó además otro tubo con 1,00 mL de solución de la muestra medidos con pipeta aforada.
3. Seguidamente se agregó agua destilada a cada tubo de manera de alcanzar aproximadamente los 2 mL de líquido en cada uno.
4. Por otra parte, se prepararon 20 mL de reactivo de Fehling mezclando partes iguales de solución A y B.
5. Se agregó a cada tubo 2 mL de reactivo y fueron colocados en un baño de agua hirviendo por cinco minutos (se debió observar la formación de un precipitado de color rojo).
6. Los tubos fueron centrifugados a 2500 rpm por cinco minutos.
7. Se descartó el sobrenadante y se resuspendió el precipitado de cada tubo en agua destilada.
8. Se verificó que el volumen de líquido fuera aproximadamente el mismo en cada tubo y se centrifugó nuevamente a 2500 rpm por cinco minutos.
9. El sobrenadante fue descartado.
10. Se colocaron los tubos en una gradilla y se agregó a cada uno dos gotas de ácido nítrico concentrado, de manera que se disuelva el precipitado.
11. Se diluyó con agua destilada y se transfirió cuantitativamente el contenido de cada tubo a una serie de matraces aforados de 25,00 mL.
12. A cada uno de ellos se les adicionó 2 mL de amoníaco concentrado y se enrasó con agua destilada.
13. El espectrofotómetro fue encendido 15 minutos antes de realizar mediciones. La longitud de onda fue seleccionada (620 nm) y se verificó que el instrumento mida absorbancia.
14. Se ajustó el cero usando una cubeta conteniendo la solución blanco en la longitud de onda de trabajo (0 % absorbancia).
15. La absorbancia de las soluciones de cada matraz fue medida a 620 nm por duplicado. Se verificó que la superficie de la cubeta esté perfectamente limpia antes de realizar las mediciones.

16. Se graficó en un diagrama de dispersión la concentración de fructosa contra la absorbancia y se determinó la ecuación de la recta de mejor ajuste a los puntos mediante el método de mínimos cuadrados.

17. Para determinar la concentración de fructosa en cada dilución fue utilizado el volumen de solución patrón transferido a cada tubo de centrífuga, en un volumen final de 25 mL.

18. A partir de la absorbancia obtenida para el matraz de la muestra interpolar en la ecuación anterior se obtuvo la concentración de azúcares reductores totales (expresada como ppm de fructosa), y a partir de ella se calculó el porcentaje de azúcares reductores en la frutilla.

### Análisis cualitativo

#### Reactivo de Seliwanoff

1. Se tomó 1 mL de jugo de frutilla con un gotero, este fue introducido en un tubo de ensayo previamente rotulado.
2. Al tubo de ensayo anterior se le agregó 2 mL de reactivo de Seliwanoff y fue llevado a un baño de agua caliente.
3. Se repitió el procedimiento sustituyendo el jugo natural por 1 mL de solución patrón de fructosa ppa a modo de comparación.
4. Los resultados fueron anotados.

#### Reactivo de Barfoed

1. Se colocó en un tubo de ensayo 1 mL de jugo de frutilla y en otro la misma cantidad de solución patrón de fructosa ppa.
2. A ambos tubos se les colocó 2 mL de reactivo de Barfoed y fueron llevados a un baño de agua caliente.
3. Se observó y se registró el tiempo.

### Extracción del ADN

*Preparación de solución tampón:* (120 mL de agua, 1,5 g de cloruro de sodio, 5 g de hidrógeno carbonato de sodio, 5 mL de detergente líquido.)

#### Protocolo para extracción del ADN

1. Se trituraron las frutillas con una mixer.
2. Fueron introducidos 3 mL del triturado de frutilla en un tubo de centrífuga.
3. Se añadió en el mismo tubo, 6 mL de la solución tampón previamente preparada y enfriada en la heladera.
4. Durante 2 minutos se agitó el tubo de forma suave, evitando así que se forme demasiada espuma por el efecto del detergente líquido que contenía el tampón.
5. Se separó el sobrenadante de la parte sólida de la mezcla. Esto se realizó utilizando una centrífuga (2 minutos a 1500 rpm).

6. Se trasvasó 6 mL del sobrenadante en un nuevo frasco y se añadió 6 mL de etanol frío. Este paso se realizó de forma muy delicada.
7. Se añadió dos gotas de azul de metileno.
8. Con una pipeta Pasteur se recogió una muestra del ADN y se observó la muestra en un microscopio óptico.

### Cuantificación de calcio

#### Tratamiento de la muestra a analizar:

1. Se tomó una masa de 100,00 g de muestra y se procedió a calcinar en la plancha.
2. Se llevó a la mufla a 550 °C por 4 horas hasta masa constante.
3. Se colocó en el desecador y se dejó enfriar.
4. Se agregó a las 5,0 mL de HCl 1:1 y se calentó en la plancha hasta sequedad, evitando que se pierdan las cenizas. Todo con el fin de deshidratar silicatos y hacerlos solubles.
5. Se agregaron 5,0 mL de HCl 1:1 y se calentó suavemente durante 15 minutos.
6. Se trasvasó con ayuda de un embudo y agua destilada a un matraz aforado de 100,00 mL y se enrasó.

#### Preparación de un patrón de EDTA aproximadamente 0,01 mol/L

1. Se midió la masa de la cantidad de EDTA calculada previamente.
2. Se trasvasó a un matraz aforado de 250,00 mL enrasando con agua destilada.

#### Preparación de una solución patrón primario de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ aproximadamente 0,01 mol/L

1. Se masó con exactitud la cantidad de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  patrón primario calculada en forma previa.
2. Se trasvasó a un matraz aforado y se enrasó.
3. Se trasvasó 5,00 mL del patrón a un Erlenmeyer de 250 mL y se agregaron 25,0 mL de agua destilada, 5,00 mL de buffer pH 10 y NET de forma cuidadosa y progresiva hasta que se obtuvo una solución de color rojo vino claro.

#### Valoración del patrón EDTA

1. Se seleccionó 10,00 mL de muestra y se diluyó a 50 mL con agua destilada.
2. Se agregaron 5,00 mL de solución buffer.
3. Se agregó una punta de espátula del reactivo indicador.
4. Se agregó desde la bureta la solución de EDTA patrón secundario hasta el viraje del indicador del rojo vino al azul claro (sin tinte violeta).

#### Valoración de la muestra:

1. Se midió 10,00 mL de la muestra y fue transferida a un vaso de Bohemia.

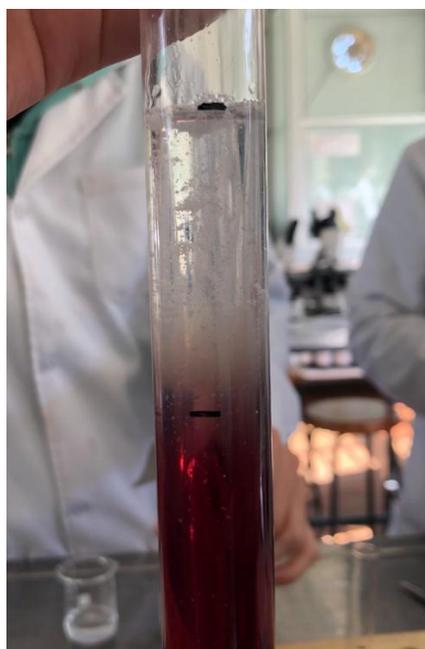
2. Se añadió 1 mL de NaOH 4 mol/L y una punta de espátula del indicador murexida.
3. Se agitó con ayuda de una varilla de vidrio hasta homogeneizar la solución. Se observó si se formó algún precipitado y se corroboró el pH= 12.
4. A continuación, se fue añadiendo gota a gota y agitando la solución de EDTA patrón secundario hasta el cambio de color del rosado a violeta azulado.
5. Se calculó la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  de la muestra expresadas en miligramos de ion/L.

#### Porcentaje de cenizas:

Mediante diferencia de masas se determinó el porcentaje de cenizas correspondientes a 100 g de la muestra.

### **Tratamiento de datos y resultados:**

#### *Extracción del ADN*



*Imagen N°16: Precipitación del ADN de la frutilla*



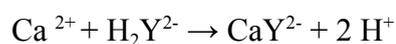
*Imagen N° 17: Muestra observada al microscopio óptico.*

#### *Cuantificación de calcio y porcentaje de cenizas:*

*Tabla N°2: Resultados calculados con los datos obtenidos en la práctica.*

Porcentaje de cenizas obtenido	$(0,451 \pm 0,005) \%$
Masa expresada en miligramos de calcio obtenida	$(4,93 \pm 0,05) \text{ mg}$
Concentración de EDTA patrón secundario	$(0,009 \pm 0,001) \text{ mol/L}$

Reacción entre el calcio de la muestra y el EDTA:



*Determinación de la concentración de fructosa en una muestra de jugo de frutilla, por espectrofotometría.*

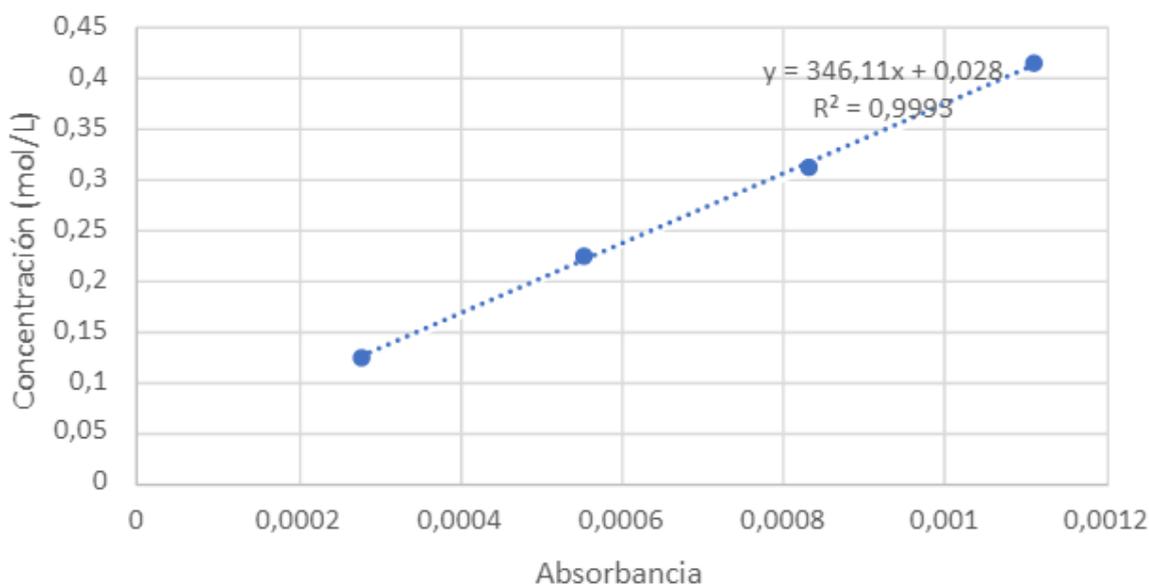
*Tabla N°3: Datos obtenidos para la determinación de fructosa.*

Concentración del patrón de fructosa ppa	(0,01389 ± 0,00003) mol/L
Masa de frutillas utilizadas para el jugo natural	(100,0104 ± 0,0001) g
pH del jugo	(3,29 ± 0,01)
Porcentaje de azúcares reductores expresados como fructosa	(4,63 ± 0,05) %

*Tabla N°4: Datos obtenidos para realizar la curva de calibración.*

Muestra	Abs 1	Abs 2	Promedio Abs
Blanco	0	0	0
1	0,122	0,124	0,123
2	0,224	0,224	0,224
3	0,312	0,313	0,3125
4	0,414	0,414	0,414
Problema	0,117	0,117	0,117

**Absorbancia en función de la concentración**



*Gráfica N°1: Curva de calibración de concentración en función de la absorbancia.*

## Discusión de resultados:

Para comenzar con la discusión de resultados, es pertinente aclarar que esta va a ser dividida según las técnicas empleadas.

### Cuantificación de fructosa en frutillas:

En lo que se refiere a la cuantificación de fructosa por el método espectrofotométrico indirecto, como primer paso se preparó una solución patrón agregando  $(0,1251 \pm 0,0001)$  g de fructosa calidad ppa en un matraz de 50,00 mL enrasando con agua destilada. Con dicha solución se realizaron 5 diluciones, agregando a tubos de centrífuga las cantidades de 0,00, 0,50, 1,00, 1,50 y 2,00 mL desde una bureta.

Para realizar la solución problema, en primer lugar se midieron  $(100,0104 \pm 0,0001)$  g de frutillas con las cuales se hizo el jugo con ayuda de un mixer. Ya teniendo el jugo, se procedió a filtrar con media de nylon, agregando agua “caliente” para ayudar a desprenderse la fibra, sin que el agua excediera el valor de 90 °C para no correr riesgo de que la fructosa se descomponga. Seguidamente, el jugo ya frío fue transferido a un matraz Erlenmeyer de 250,0 mL, enrasando con agua destilada. Se midió el pH del jugo obtenido siendo este de  $(3,29 \pm 0,01)$ . De este jugo se realizó una primera dilución, tomando 10,00 mL llevándolos a 100,00 mL con agua destilada. A su vez, de esta dilución se realizó una segunda, esta vez, de 25,00 mL también llevados a 100,00 mL. De esta última dilución, se tomó 1,00 mL trasvasándolos a un nuevo tubo de centrífuga.

Se procedió a trabajar con los correspondientes agregados mencionados anteriormente, adicionándoles agua destilada a estos hasta 2,0 mL aproximadamente. El reactivo de Fehling fue preparado en el momento de uso evitando así la precipitación del hidróxido de cobre (II). Estos tubos fueron llevados a un baño de agua caliente por 20 minutos, hasta observar la aparición de un precipitado de color rojo ladrillo correspondiente al óxido cuproso. Sabiendo que la fructosa es un monosacárido, una cetoheptosa y un azúcar reductor, se obtiene un resultado positivo en Fehling debido a que el grupo cetona se convierte en aldehído por la base que se encuentra en el reactivo, ya que el grupo carbonilo de los aldehídos se oxida a ácido y la sal de cobre se reduce y precipita en el mismo medio alcalino a óxido cuproso. Esta reacción puede verse en la imagen N°11. Una vez observado el precipitado se procedió a centrifugar y descartar el sobrenadante suspendiendo el precipitado en agua destilada para limpiarlo, al finalizar la segunda centrifugación se volvió a descartar el sobrenadante, pasando así a trabajar con el precipitado obtenido.

Fueron agregadas 2 gotas de ácido nítrico concentrado en campana para lograr una disolución del precipitado y se trasvasó cuantitativamente a una serie de matraces de 25,00 mL agregando antes un poco de agua destilada. Como paso siguiente se agregaron 2,0 mL de hidróxido de amonio concentrado nuevamente en campana para la coloración de las soluciones. Al enrasar los matraces con agua destilada se pudo observar el desarrollo de color de la curva de calibración, estas reacciones pueden observarse en el apartado de complejos ubicado en el marco teórico.

Por último se realizaron las mediciones correspondientes de absorbancia en espectrofotómetro de las soluciones stock y de la solución problema. Estos datos pueden ser observados en la tabla N°4. Las concentraciones de las soluciones stock fueron calculadas. Se realizó la curva de calibración obteniendo la ecuación de dicha curva y un  $R^2$  de 0,9993. Con la ecuación obtenida se pudieron realizar los cálculos correspondientes para así averiguar tanto la cantidad de fructosa contenida en 100 g de muestra como la concentración de azúcares reductores expresados como fructosa en la muestra problema, siendo estos 4,63 g de fructosa en 100,0104 g de frutilla y  $(4,63 \pm 0,05) \% \frac{m}{m}$  respectivamente.

En cuanto al análisis cualitativo realizado con reactivos tales como el de Barfoed, Seliwanoff y Fehling, a modo de comparación se utilizaron dos muestras, una correspondía a la muestra de jugo de frutilla realizado y otra de una solución de fructosa ppa. Para el primero mencionado se observó un precipitado de coloración roja en un tiempo de 2 min indicando un resultado positivo para la presencia de monosacárido en el jugo de frutillas, en cuanto a la solución de fructosa ppa, esta dio de igual manera un resultado positivo aunque en menor tiempo, esto puede observarse en las imágenes N°31 y 32 en el apartado de anexos.

Por otra parte, para el reactivo de Seliwanoff se logró observar una coloración rosada clara para el jugo de frutillas, mientras que en el tubo de la solución de fructosa ppa una coloración roja intensa. Ambas coloraciones indicaron la presencia de cetosas en las muestras.

Al agregar el reactivo de Fehling al jugo de frutilla y realizar la prueba, se logra ver la aparición del precipitado rojo ya que además de contener fructosa, la frutilla cuenta con otros glúcidos como la glucosa (aldosa) el cual es un azúcar reductor.

Al momento de realizar la prueba con la solución de fructosa ppa, de igual manera se obtuvo un resultado positivo en cuanto a azúcares reductores, esto se justifica en que en soluciones básicas, tal cual en la que se encuentra el reactivo utilizado, el grupo carbonilo del glúcido se pudo isomerizar a otros átomos de carbono, estando así en equilibrio con aldosas por el reordenamiento enediol (conversión del ion enolato a enediol) en este caso con la D-glucosa. En estas condiciones de pH el resultado es una mezcla compleja de polihidroxialdehidos y polihidroxicetonas. Por lo que el precipitado correspondiente a óxido cuproso indica positivo para presencia de azúcares reductores al igual que la muestra de jugo.

Sobre el precipitado obtenido, podemos decir que el mismo se debe a la reacción de la aldosa con el catión  $\text{Cu}^{2+}$  como agente oxidante débil del reactivo de Fehling, este oxida el grupo carbonilo de la aldosa a un carboxilo. El catión  $\text{Cu}^{2+}$  se reduce a  $\text{Cu}^+$ , siendo el color rojo propio de óxido cuproso, la aldosa es el agente reductor. Esta reacción puede ser observada en la imagen N°11 presente en el marco teórico.

### Cuantificación de calcio

En el caso de la cuantificación del calcio, se calcinaron  $(100,0329 \pm 0,0001)$  g de frutilla en una cápsula de 250 mL en una plancha calefactora durante 30 minutos. Una vez obtenida la muestra calcinada se llevó a mufla durante 4 horas a  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  para eliminar la materia orgánica. Con las cenizas obtenidas se midió la masa para calcular el porcentaje de cenizas mediante la diferencia de masas, el cual fue  $(0,451 \pm 0,005)\%$ . Se continuó con el agregado de 5 mL de HCl 1:1 previamente preparado. Se llevó a plancha hasta sequedad con el fin de deshidratar silicatos y volverlos solubles.

Se preparó una solución patrón primario de sulfato de magnesio heptahidratado agregando 0,1974 g del mismo y enrasando con agua destilada en 100,00 mL dando una concentración de  $(0,00801 \pm 0,00002)$  mol/L. Este patrón fue utilizado para valorar la solución de EDTA disódico patrón secundario, la cual se preparó agregando 0,9352 g a un matraz de 250,00 mL enrasando con agua destilada. Con los volúmenes gasto obtenidos de la valoración se pudo calcular la concentración de la solución de EDTA, siendo esta  $(0,009 \pm 0,001)$  mol/L.

Una vez obtenida la concentración de EDTA y de realizar el tratamiento de la muestra de frutillas, se trasvasaron las cenizas diluidas en ácido clorhídrico 1:1 a un matraz aforado de 100,00 mL. Debido a la coloración negra de las cenizas propia del carbón nos vimos obligadas a realizar un filtrado por gravedad de la muestra. Una vez obtenida la solución límpida se trasvasó a un matraz aforado de 100,00 mL. Este procedimiento no esperado pudo haber alterado los resultados causando una pérdida de calcio en la muestra.

Seguidamente se procedió a valorar la muestra con el EDTA patrón secundario previamente valorado. Debido a errores humanos y del murexida con baja efectividad únicamente se realizaron 3 valoraciones. Con

los datos obtenidos se calcularon los miligramos de catión calcio contenidos en 100 gramos de frutilla iniciales, siendo estos  $(4,93 \pm 0,05)$  mg de  $\text{Ca}^{2+}$ . Según los datos teóricos presentados en la tabla N°1, el cual dice que en la misma cantidad de frutilla, hay 25 mg de calcio, comparando nuestro resultado con el teórico, podemos decir que nuestro valor práctico es bastante más bajo probablemente debido a los errores ya mencionados.

### Extracción de ADN

En cuanto a la extracción del ADN, primero se maceró la fruta para romper la pared celular y así llegar a la membrana. Al filtrar se separaron los compuestos que no son solubles en agua de los que sí son solubles. Se agregó sal para ayudar a separar las proteínas del ADN, funcionando como agente desnaturalizante. El detergente, por su parte, se agrega para romper la membrana tanto celular como nuclear y conseguir llegar al núcleo, dejando salir al ADN. Por último, debido a que el ADN es insoluble en alcohol, al agregar este último estando previamente enfriado, el ADN se separó del agua y precipitó, como se observa en la imagen N°16. Se tomó una pequeña muestra del medio de las fases que pertenecen al ADN de la frutilla ya precipitado para luego ser observado en el microscopio óptico, esta observación puede verse en la imagen N°17 del apartado de tratamiento de datos y resultados, debido a que no se cuenta con un microscopio de mayor potencia, solo pudo observarse la forma de ovillito de lana entre los trozos de fruta.

### Intolerancia a la fructosa

Como se puede ver en la gráfica N° 2 presentada en anexos, los encuestados de la ciudad de Pando no son muy conscientes de que existe la intolerancia a la fructosa, aún así, hubo un 43,9 % de gente que sí conocía dicha condición, lo que nos parece pertinente mencionar. En la gráfica N° 3 se puede observar como hubieron 3 personas que afirmaron conocer a alguien que padece intolerancia a la fructosa y gracias a la siguiente pregunta presentada en la gráfica N° 4, pudimos saber que dos de las tres personas que padecen la condición tratada en este trabajo final tienen entre 18 y 25 años y la otra persona, más de 50 años.

### Conclusión:

Una vez finalizadas las distintas técnicas con nuestra muestra elegida, podemos concluir que en 100 g de frutilla se obtuvieron  $(4,63 \pm 0,05)$  % m/m de azúcares reductores expresados como fructosa, de los cuales calculamos 4,63 g de fructosa por medio espectrofotométrico. Este valor es similar al teórico brindado en el marco teórico el cual era 4,8 g, por lo que nos ayuda a comprobar el resultado obtenido. El pH medido fue de  $(3,29 \pm 0,01)$  y el pH normal de las frutillas oscila entre 3,2 y 3,4 por lo que es bastante acertado. Se logró confirmar la presencia de la fructosa por medio cualitativo con ayuda de los reactivos de Barfoed, Seliwanoff y Fehling.

En cuanto al calcio, el valor teórico brindado es de 25 mg de calcio en 100 g de frutilla y el valor obtenido es de  $(4,93 \pm 0,05)$  mg de calcio en 100 g de frutilla, que este valor sea tan bajo puede deberse a los errores humanos cometidos a lo largo de la práctica, además, se debe tener en cuenta que no todas las frutillas tienen las mismas propiedades por las distintas formas de cultivo (lugares, fertilizantes, hidratación, suelos, agricultor, etc.). Se logró determinar el porcentaje de cenizas de la muestra siendo este  $(0,451 \pm 0,005)$  %, teniendo en cuenta que la cantidad de cenizas representa el contenido de minerales en los alimentos.

Por último, para la extracción de ADN, se logró observar la precipitación de este mismo y la muestra extraída pudo ser observada con forma de ovillo de lana entre los trozos de fruta en el microscopio óptico.

En cuanto a la problemática sociológica trata, se puede concluir gracias a la encuesta realizada que el 56,1 % de encuestados no conocían la existencia de la intolerancia a la fructosa, dejándonos un 43,9 % de encuestados que sí conocían dicha problemática. También debido a esta encuesta pudimos concluir que la condición abarca prácticamente todas las edades, yendo desde los 18 a más de 50 años.

Como conclusión general, nuestra muestra de frutilla presentó un resultado positivo a la presencia de monosacáridos, cetonas y azúcares reductores con los reactivos de Barfoed, Seliwanoff y Fehling respectivamente, en referencia al análisis cuantitativo, fue posible concluir que la muestra contenía  $(4,63 \pm 0,05)$  % m/m de azúcares reductores expresados como fructosa, además de  $(4,93 \pm 0,05)$  mg de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $(0,451 \pm 0,005)$  % de cenizas, por último, presentaba un pH de  $(3,29 \pm 0,01)$ . Los objetivos planteados previo a la práctica fueron cumplidos. En cuanto a las hipótesis planteadas, la que refiere a la fructosa fue acertada, sin embargo no se pudo decir lo mismo para el caso de la cuantificación de calcio ya que este presentó un valor inferior al esperado, en cuanto a la problemática sociológica y la encuesta realizada, la hipótesis no fue tan acertada debido a que se obtuvo un porcentaje de encuestados más bajo del esperado en cuanto a la conciencia sobre la intolerancia a el glúcido cuantificado.

### **Referencias bibliográficas:**

- Baeza, J. (2017). *Tema 5. Introducción al Análisis Volumétrico*. [https://www.uv.es/baeza/Tema\\_5\\_An%C3%A1lisis%20volum%C3%A9trico\\_esq\\_2016.pdf](https://www.uv.es/baeza/Tema_5_An%C3%A1lisis%20volum%C3%A9trico_esq_2016.pdf)
- Basolo, F., Johnson, R. (1964). *Química de los compuestos de coordinación*.
- Borrull, A. y Valls, C. (2019). *Ciencia low cost*. Editorial GRAÓ. (Técnica de extracción de ADN).
- Camacho, A. (2018). Analitek Blog. *Análisis de alta tecnología para azúcares reductores*. [https://www.google.com/amp/s/blog.analitek.com/analisis-de-alta-tecnologia-para-azucare-reductores-0-1%3fhs\\_amp=true](https://www.google.com/amp/s/blog.analitek.com/analisis-de-alta-tecnologia-para-azucare-reductores-0-1%3fhs_amp=true)
- Chang, R. (2013). *Química*. (Undécima edición). McGraw Hill.
- DCNE. (s.f.). *Resumen de Química de coordinación*. [http://www.dcne.ug.to.mx/respaldo1/Contenido/MaterialDidactico/QuimicaBioinorganica/Resumen\\_de\\_Quimica\\_de\\_Coordinacion.pdf](http://www.dcne.ug.to.mx/respaldo1/Contenido/MaterialDidactico/QuimicaBioinorganica/Resumen_de_Quimica_de_Coordinacion.pdf)
- Diaz, A., Ruiz, A., Fernandez, E., Galván, A., Jorrín, J., y Peinado, J. (2016). *Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. [https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf](https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf)
- Editorial Etecé. (2022). *15 Ejemplos de Centrifugación*. <https://www.ejemplos.co/15-ejemplos-de-centrifugacion/>
- Fundación Española de la Nutrición. (s.f.). *Frutas*. pág 261 y 269 <https://www.fen.org.es/storage/app/media/flipbook/mercado-alimentos-fen/008-Frutas.pdf>
- Magalhães, L. (s.f.). *ADN: qué es, definición y estructura. Toda Materia*. <https://www.todamateria.com/adn/>.



$$M_f \cdot V_f = M_i \cdot V_i$$

$$M_f = \frac{M_i \cdot V_i}{V_f}$$

$$1 M_f = \frac{0,01389 \text{ mol/L} \cdot 0,0005 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 2,778 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$M_f \cdot V_f = M_i \cdot V_i$$

$$M_f = \frac{M_i \cdot V_i}{V_f}$$

$$2 M_f = \frac{0,01389 \text{ mol/L} \cdot 0,00100 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 5,556 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$M_f \cdot V_f = M_i \cdot V_i$$

$$M_f = \frac{M_i \cdot V_i}{V_f}$$

$$3 M_f = \frac{0,01389 \text{ mol/L} \cdot 0,00150 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 8,334 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$M_f \cdot V_f = M_i \cdot V_i$$

$$M_f = \frac{M_i \cdot V_i}{V_f}$$

$$4 M_f = \frac{0,01389 \text{ mol/L} \cdot 0,00200 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 1,1112 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Porcentaje de azúcares reductores expresados como fructosa en la muestra de frutilla:

Dada la ecuación de la curva de calibración  $A = 346,09 C + 0,0381$

$$0,117 = 346,09 C + 0,0281$$

$$C = \frac{0,117 - 0,0281}{346,09} = 2,568547572 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$M_f \cdot V_f = M_i \cdot V_i$$

$$M_i = \frac{M_f \cdot V_f}{V_i} = \frac{2,568547572 \text{ EXP} -4 \text{ mol/L} \cdot 0,025 \text{ L}}{0,001 \text{ L}} = 6,421368929 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$M_i = \frac{M_f \cdot V_f}{V_i} = \frac{6,421368929 \text{ EXP} -3 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 0,025685475 \text{ mol/L}$$

$$M_i = \frac{M_f \cdot V_f}{V_i} = \frac{0,025685475 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L}}{0,01 \text{ L}} = 0,256854757 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$n = M \cdot V$$

$$n = 0,256854757 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,025685475 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \cdot \mathcal{M}$$

$$m = 0,025685475 \text{ mol} \cdot 180,16 \text{ g/mol} = 4,627495305 \text{ g}$$

$$\% \frac{m}{m} = \frac{\text{masa de azúcares reductores}}{\text{masa de la muestra}} \times 100$$

$$\% \frac{m}{m} = \frac{4,627762721 \text{ g}}{100,0104 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \frac{m}{m} = 4,627281484 \%$$

$$\% \frac{m}{m} = (4,63 \pm 0,05) \%$$

### Cálculos para cuantificación de calcio:

masa de EDTA para patrón

$$M = \frac{n}{V} \quad n = M \cdot V$$

$$n = 0,01 \text{ mol/L} \cdot 0,250 \text{ L}$$

$$n = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} \quad \underline{\quad} 372,24 \text{ g}$$

$$2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \underline{\quad} \text{ m}$$

$$m = 0,9306 \text{ g}$$

$$\text{masa real} = 0,9352 \text{ g}$$

Patrón de sulfato de magnesio:

$$M_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{gasto EDTA}} = \frac{m_{\text{sulfato de magnesio}}}{\mathcal{M}_{\text{sulfato de magnesio}}}$$

$$m = M_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{gasto EDTA}} \cdot \mathcal{M}_{\text{sulfato de magnesio}}$$

$$m = 0,01 \text{ mol/L} \cdot 8,0 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot 246,48 \text{ g/mol}$$

$$m = 0,0179 \text{ g}$$

$$0,0197 \text{ g} \quad \underline{\quad} 10,00 \text{ mL}$$

$$m \quad \underline{\quad} 100,00 \text{ mL}$$

$$m = 0,197 \text{ g}$$

$$\text{masa real} = 0,1974 \text{ g}$$

Concentración del patrón de sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ):

$$M = \frac{m}{\mathcal{M} \cdot V}$$

$$M = \frac{0,1974 \text{ g}}{246,68 \text{ g/mol} \cdot 0,100 \text{ L}}$$

$$M = 0,008008763389 \text{ mol/L}$$

$$\delta M = \left( \frac{\delta m}{m} + \frac{\delta V}{V} \right) \cdot M$$

$$\delta M = \left( \frac{0,0001 \text{ g}}{0,1974 \text{ g}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 0,008008763389 \text{ mol/L}$$

$$\delta M = 0,00002 \text{ mol/L}$$

$$M = (0,00801 \pm 0,00002) \text{ mol/L}$$

Concentración de EDTA:

$$(M \cdot V)_{\text{EDTA}} = (M \cdot V)_{\text{patrón}}$$

$$M_{\text{EDTA}} = \frac{(M \cdot V)_{\text{patrón}}}{V_{\text{gasto}}}$$

$$M_1 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00470 \text{ L}} = 0,008521276 \text{ mol/L}$$

$$M_2 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00470 \text{ L}} = 0,008521276 \text{ mol/L}$$

$$M_3 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00465 \text{ L}} = 0,008612903 \text{ mol/L}$$

$$M_4 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00465 \text{ L}} = 0,008612903 \text{ mol/L}$$

$$M_5 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00470 \text{ L}} = 0,008521276 \text{ mol/L}$$

$$M_6 = \frac{0,00801 \text{ mol/L} \cdot 0,005 \text{ L}}{0,00465 \text{ L}} = 0,008612903 \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{EDTA}} = 0,008567089 \text{ mol/L}$$

$$\text{INC} = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{INC} = \frac{2,57 \cdot 1,42784825 \text{ EXP} -3}{\sqrt{6}}$$

$$\text{INC} = 0,001 \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{EDTA}} = (0,009 \pm 0,001) \text{ mol/L}$$

Masa de calcio contenida en la muestra de frutilla:

$$(M \cdot V)_{\text{EDTA}} = (M \cdot V)_{\text{Muestra}}$$

$$M_{\text{Muestra}} = \frac{(M \cdot V)_{\text{EDTA}}}{V_{\text{muestra}}}$$

$$M_{\text{Muestra}} = \frac{0,009 \text{ mol/L} \cdot 0,0014 \text{ L}}{0,01000 \text{ L}} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{Muestra}} = \frac{0,009 \text{ mol/L} \cdot 0,0013 \text{ L}}{0,01000 \text{ L}} = 1,17 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{Muestra}} = \frac{0,009 \text{ mol/L} \cdot 0,0014 \text{ L}}{0,01000 \text{ L}} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{Promedio}} = \frac{M1 + M2 + M3}{3}$$

$$M_{\text{Promedio}} = \frac{1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/L} + 1,17 \times 10^{-3} \text{ mol/L} + 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}{3}$$

$$M_{\text{Promedio}} = 1,23 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Incertidumbre del 1 %

Concentración de la muestra:  $(0,00123 \pm 0,00001) \text{ mol/L}$

$$(M \cdot V)_{\text{Muestra}} = \left(\frac{m}{M}\right)_{\text{Calcio}}$$

$$m_{\text{Calcio}} = M \cdot V \cdot \mathcal{M}$$

$$m = 0,00123 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L} \cdot 40,078 \text{ g/mol} = 4,929594 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$\text{mg de Calcio} = \text{masa en gramos} \cdot 1000$$

$$\text{mg de Calcio} = 4,929594 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot 1000 = 0,4929594 \text{ mg}$$

$$0,4929594 \text{ mg} \text{ --- } 10,00 \text{ mL de muestra}$$

$$m \text{ --- } 100,00 \text{ mL de muestra}$$

$$m = 4,929594 \text{ mg de calcio en } 100 \text{ g de frutilla}$$

$$\text{error del } 1\% = 0,05 \text{ mg}$$

$$(4,93 \pm 0,05) \text{ mg de calcio en } 100 \text{ g de frutilla}$$

#### Porcentaje de cenizas de la muestra:

$$\text{masa de la muestra} = \text{masa total} - \text{masa de la cápsula}$$

$$\text{masa de la muestra} = 216,9874 \text{ g} - 116,9545 \text{ g}$$

$$\text{masa de la muestra} = 100,0329 \text{ g}$$

masa de cenizas = masa total (cápsula + cenizas) - masa de la cápsula

masa de cenizas = 117,4057 g - 116,9545 g

masa de cenizas = 0,4512 g

$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{masa de cenizas}}{\text{masa de la muestra}} \times 100$

$\% \text{ cenizas} = \frac{0,4512 \text{ g}}{100,0329 \text{ g}} \times 100$

$\% \text{ cenizas} = 0,45105 \%$

error del 1% = 0,005 %

$\% \text{ cenizas} = (0,451 \pm 0,005) \%$

*Datos obtenidos para la cuantificación de calcio y porcentaje de cenizas.*

*Tabla N°5: Datos obtenidos para la cuantificación de calcio.*

Masa de frutilla	(100,0329 ± 0,0001) g
Masa de cápsula	(116,9545 ± 0,0001) g
Masa de cápsula + frutillas	(216,9874 ± 0,0001) g
Masa de cápsula + cenizas después de uso de plancha	(121,5094 ± 0,0001) g
Masa de cápsula + cenizas luego de la mufla	(117,4057 ± 0,0001) g
Porcentaje de cenizas	(0,451 ± 0,005) %
Masa expresada en miligramos de calcio obtenida	(4,93 ± 0,05) mg

*Tabla N°6: Datos obtenidos para la valoración de EDTA.*

Masa teórica de EDTA	(0,9306 ± 0,0001) g
Masa real de EDTA	(0,9352 ± 0,0001) g
Masa de MgSO <sub>4</sub> ·7 H <sub>2</sub> O	(0,1974± 0,0001) g
Concentración del patrón de MgSO <sub>4</sub> ·7 H <sub>2</sub> O	(0,00801± 0,00002) mol/L
Volumen gasto 1 valoración de EDTA	(4,70 ± 0,05) mL
Volumen gasto 2 valoración de EDTA	(4,70 ± 0,05) mL
Volumen gasto 3 valoración de EDTA	(4,65 ± 0,05) mL

Volumen gasto 4 valoración de EDTA	(4,65 ± 0,05) mL
Volumen gasto 5 valoración de EDTA	(4,70 ± 0,05) mL
Volumen gasto 6 valoración de EDTA	(4,65 ± 0,05) mL

*Tabla N°7: Datos obtenidos para la valoración de la muestra con EDTA.*

Volumen gasto 1 valoración de la muestra	(1,40 ± 0,05) mL
Volumen gasto 2 valoración de la muestra	(1,30 ± 0,05) mL
Volumen gasto 3 valoración de la muestra	(1,40 ± 0,05) mL

*Datos de la determinación de la concentración de fructosa en una muestra de jugo de frutilla, por espectrofotometría:*

*Tabla N°8: Datos obtenidos para la preparación del patrón de fructosa.*

Masa de fructosa ppa teórica	(0,1250 ± 0,0001) g
Masa obtenida de fructosa ppa	(0,1251 ± 0,0001) g
Volumen final	(50,00 ± 0,06) mL
Concentración	(0,01389 ± 0,00003) mol/L

*Tabla N°9: Datos obtenidos para el tratamiento de la muestra.*

Masa de frutillas	(100,0104 ± 0,0001) g
Masa de pulpa	(13,6485 ± 0,0001) g
pH del jugo	(3,29 ± 0,01)

*Tabla N°10: Concentraciones de soluciones stock para la curva de calibración.*

1	2,778 x 10 <sup>-4</sup> mol/L
2	5,556 x 10 <sup>-4</sup> mol/L
3	8,334 x 10 <sup>-4</sup> mol/L
4	1,1112 x 10 <sup>-3</sup> mol/L

**Fotos de la práctica:****Cuantificación de Calcio y % de cenizas.**

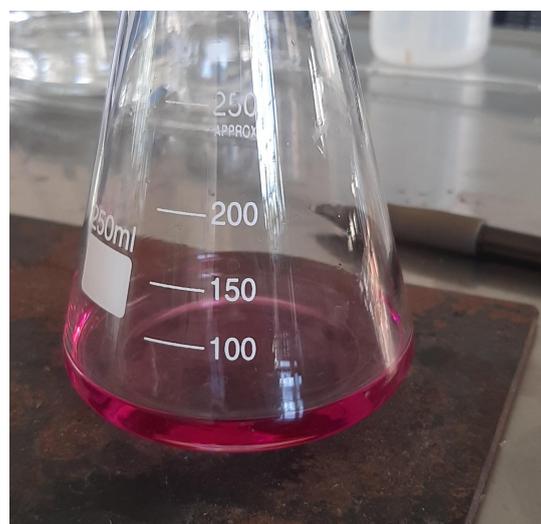
*Imagen N°18: Muestra luego del uso de plancha.*



*Imagen N°19: Muestra llevada a la mufla.*



*Imagen N°20: Punto final de la valoración de EDTA.*



*Imagen N°21: Inicio de la valoración de EDTA.*



*Imagen N°22: Agregado de HCl 1:1 a la muestra.*



*Imagen N°23: Filtrado de cenizas insolubles.*

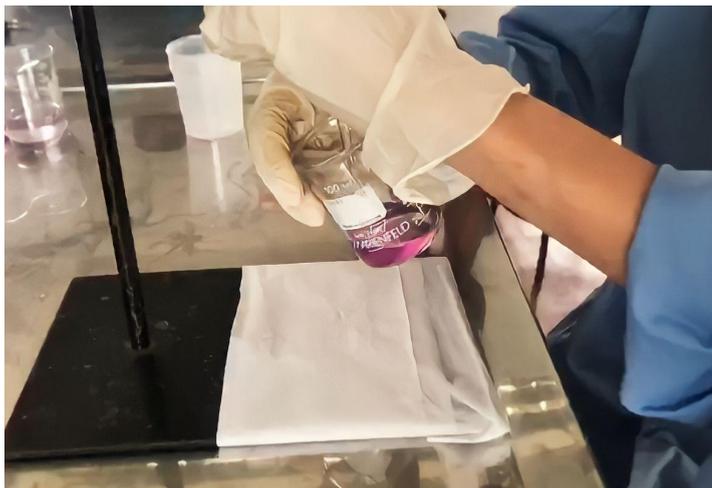


Imagen N°24: Inicio de la valoración de la muestra con EDTA. Imagen N°25: Final de la valoración.

### Cuantificación de fructosa en frutillas por espectrofotometría

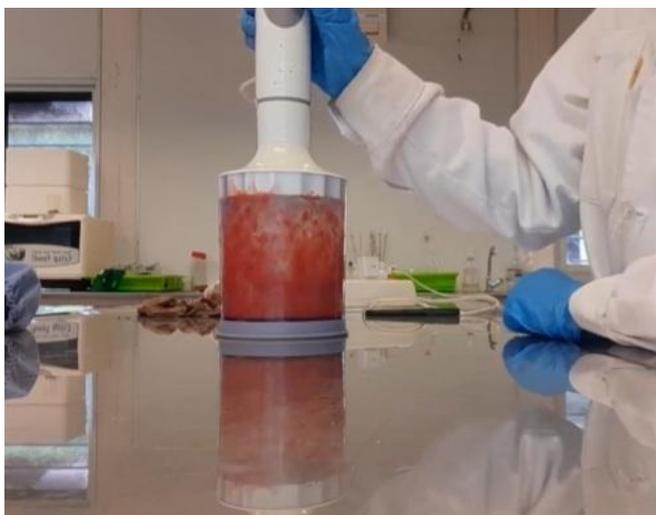


Imagen N°26: Preparación del jugo de frutilla.

Imagen N°27: Filtrado del jugo.

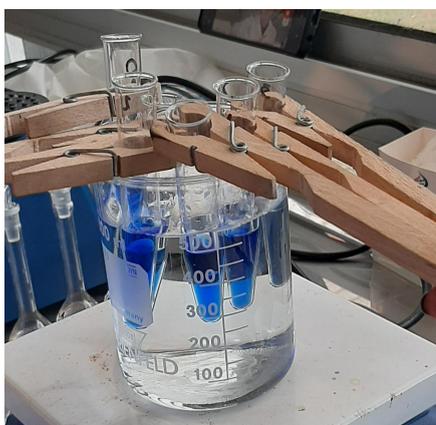


Imagen N°28: Reactivo de Fehling.



Imagen N°29: Problema y patrón para la curva de calibración.

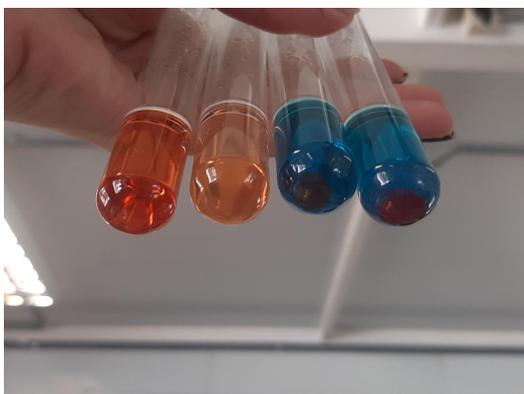
*Análisis cualitativo de fructosa en la muestra utilizando reactivo de Barfoed y Seliwanoff.*



*Imagen N°30: Muestra con ambos reactivos en un baño de agua.*

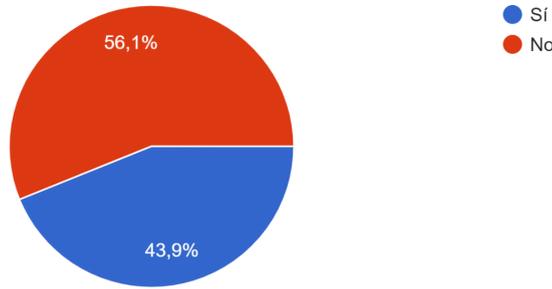


*Imagen N°31: Resultados obtenidos para el análisis cualitativo.*



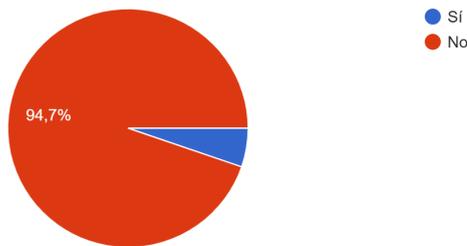
*Imagen N°32: Resultados obtenidos para el análisis cualitativo.*

¿Sabías que existe la intolerancia a este azúcar?  
57 respuestas



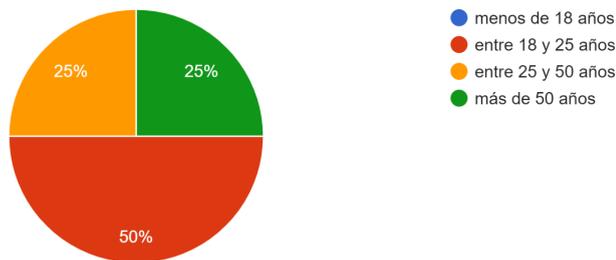
Gráfica N°2: Respuestas a la encuesta realizada

¿Alguien de tu círculo cercano padece esta condición?  
57 respuestas



Gráfica N°3: Respuestas a la encuesta realizada

Si la padece, ¿Qué edad tiene?  
4 respuestas



Gráfica N°4: Respuestas a la encuesta realizada

En esta gráfica, se puede ver que hubo 4 respuestas, la respuesta que puso que no en la anterior y en esta respondió, fue la de entre 25 y 50 años. Debido a que las respuestas eran anónimas, no se puede saber si la persona que respondió no lo hizo intencionalmente o si en la anterior quiso responder que sí, por lo que no se tomó en cuenta esa respuesta.