

Estudio de la cantidad de vitamina C en los zumos dependiendo de la fruta y del tiempo transcurrido.

José Marcos Gómez Hidalgo (IES Martín Rivero, Ronda),
Paula Ortiz Pastelero (IES Juan Ciudad Duarte,
Bormujos), Marta Poyato Fernández (IES Ítaca, Tomares)



Facultad de Química, Universidad de Sevilla.
Profesor tutor: Carolina Clavijo Aumont.
Fecha de entrega: 19/04/15
1º Bachillerato Ciencias.

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

ÍNDICE

1. Índice
2. Resumen introductorio
3. Introducción o descripción del problema que interesa estudiar
4. Finalidad
5. Planificación y objetivos
6. Estado de la cuestión / Fundamentos teóricos.
7. Cuerpo del trabajo (material y métodos)
 - 7.1. Asignación y significado de las variables
 - 7.2 Emisión de una o más hipótesis
 - 7.3 Diseño del utillaje experimental y de los instrumentos de recogida de información
 - 7.4 Diseño del trabajo de campo, documental o laboratorio
 - 7.5 Desarrollo del trabajo de campo, documental o laboratorio
 - 7.6 Tratamiento de resultados
8. Conclusiones
9. Valoración personal
10. Agradecimientos
11. Bibliografía

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

2. Resumen introductorio.

Estudio de la cantidad de vitamina C en los zumos dependiendo de la fruta y del tiempo transcurrido.

Profesor Investigador: Juan Luis Pérez Bernal. Profesora Coordinadora: Carolina Clavijo Aumont.

José Marcos Gómez Hidalgo, Paula Ortiz Pastelero, Marta Poyato Fernández.
Centros de enseñanza (respectivamente): IES Martín Rivero, IES Juan Ciudad Duarte, IES Ítaca.

El ácido ascórbico, usualmente llamado 'vitamina C', es una vitamina hidrosoluble, con un aspecto de polvo amarillento. Se trata de un nutriente esencial para todos los seres vivos, el cual también es creado internamente por casi todos, menos por los humanos y alguna otra especie (como el ruiñeñor o la cobaya). El nombre ascórbico procede del prefijo a- (no) y de la palabra latina (escorbuto). Como resultado, se obtiene 'no escorbuto', una enfermedad asociada a la insuficiencia de vitamina C. Este trabajo se basa en el estudio de la cantidad de vitamina C que se encuentra en los zumos tanto naturales como industriales.

Para esta investigación, es necesario el uso de distintos compuestos y materiales de laboratorio. Los zumos nos aportan vitaminas, azúcares y energía para seguir adelante con nuestro día a día. Un componente fundamental en casi todos los zumos (ya sean naturales o industriales) es el ácido ascórbico, sustancia que será estudiada en este proyecto. Realizando una mezcla de KI, HCl, almidón y zumo, en sus respectivas cantidades y, por otro lado, añadiendo el KIO_3 en una bureta, podemos calcular qué cantidad de KIO_3 en mL es necesaria para que reaccione todo el ácido ascórbico. Por consiguiente, se calcula, a partir de distintas fórmulas, la cantidad de vitamina y, así, saber cuánta había en el zumo.

Palabras clave: *ácido ascórbico, yodato potásico, yoduro potásico, almidón.*

Research of the content of vitamin C on juices depended on the fruit and on the time passed.

The ascorbic acid, commonly called 'vitamin C', is an essential nutrient for living creatures which is synthesized by most of them, excepting the human being. The scurvy is an illness produced by the lack of this vitamin. This investigation is based on the research of the content of vitamin C in some juices. For the experiments which have been used is necessary to use some compounds like HCl, KI and the KIO_2 which will be put on the burette. This way we could calculate the content of ascorbic acid in the different juices, natural or industrial ones. After this research we can say that the orange is the fruit with more vitamin C.

Key words: ascorbic acid, potassium iodide, potassium iodate, starch.

3. Introducción o descripción del problema que interesa estudiar

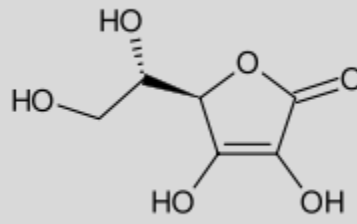
El objetivo principal de este proyecto de química es calcular la cantidad de ácido ascórbico (vitamina C) contenido en el zumo de diferentes frutos cítricos, en este caso zumo de: naranja, limón, pomelo y mandarina; así como el contenido en zumos procesados de forma industrial. Dentro de estos últimos se realizará el experimento con un zumo de fruta + leche y con un néctar con azúcar.

Cantidad media de vitamina C que se debe ingerir en un día

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
1 a 3 años	15	15
4 a 8 años	25	25
9 a 13 años	45	45
14 a 18 años	75	65
19 a 50 años	90	75
>50 años	90	75
Embarazo		85
Lactancia		115

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

Estructura orgánica del ácido ascórbico



4. Finalidad

El problema o curiosidad que se presenta es conocer la cantidad real de vitamina C, tan necesaria para el ser humano, que se ingiere al tomar un zumo de frutas, ya sea comprado o recién exprimido. En el caso de los zumos que se comercializan, la verdadera intención es comprobar si la información nutricional impresa en el dorso del recipiente que lo contiene es correcta. Atendiendo finalmente a las preguntas que nos planteamos desde un primer momento, ¿cuánta vitamina C contiene cada zumo?, ¿qué zumo contiene más vitamina C?, ¿es veraz la información nutricional de los zumos procesados?

5. Planificación y objetivos

Para determinar la cantidad de ácido ascórbico en los zumos, que se estudiarán mediante una valoración REDOX, se planificará de la siguiente manera:

-Se toma un volumen de 200 mL de zumo que se dispone en un matraz erlenmeyer con unas 10-15 gotas de almidón, añadiendo también algunas disoluciones previas de HCl y KI.

-Se procede con la valoración con KIO_3 hasta el viraje del indicador.

-Se realizarán dichas valoraciones con: zumo de naranja, mandarina, pomelo y limón recién exprimidos; zumo de naranja, limón y pomelo tras una hora; zumo de naranja, limón y pomelo tras aireación y por último con zumos industriales.

El principal objetivo es la comparación de los resultados obtenidos de las diferentes valoraciones. Se quiere conocer también cuál de estos zumos de frutas a estudiar contiene mayor cantidad de vitamina C.

6. Estado de la cuestión / fundamentos teóricos

La reacción REDOX, (reducción-oxidación) es un tipo de reacción química que ocurre diariamente en todos sitios: trozos de hierro, seres vivos... Estas reacciones consisten en que una sustancia se oxida (agente reductor), mientras que la otra se reduce (agente oxidante). Se produce un traspaso de electrones desde una sustancia X hasta una sustancia Y. Una aplicación en la vida cotidiana de este tipo de reacciones son las pilas que usamos a diario en despertadores, relojes, móviles...

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

Este tipo de reacción ocurre, al igual que en las pilas, en los zumos que diariamente bebemos (ya sean naturales o industriales). La famosa frase 'la ida de las vitaminas' hace referencia a la oxidación de las moléculas de vitamina.

Por el nombre del proceso, se intuye que el oxígeno debe aparecer por algún lado. Efectivamente, esta molécula se encarga de llevar a cabo la reacción. La energía de activación de una reacción química es la energía mínima que se necesita para que se desencadene la reacción. En el caso de la oxidación de la vitamina C, esa energía es muy pequeña, por lo que se produce en condiciones usuales de luz y temperatura.



7. Cuerpo del trabajo / material y métodos

Primero hay que explicar el diseño del experimento, se nombran los materiales y luego se explica el montaje y cómo se hacen las medidas.

Guantes: Imprescindibles para cualquier tipo de reacción que se lleve a cabo. Sin guantes, es probable que se produzca algún daño físico en la mano.

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

Gafas de laboratorio: junto con la bata y los guantes, son los principales materiales que todo científico o investigador debe llevar puestos. Las gafas impide que cualquier residuo de sustancias llegue a los ojos y los dañe. A la hora de crear reacciones más peligrosas, es obligatorio tenerlas puestas.

Bata de laboratorio	Guantes de laboratorio	Gafas de laboratorio
		

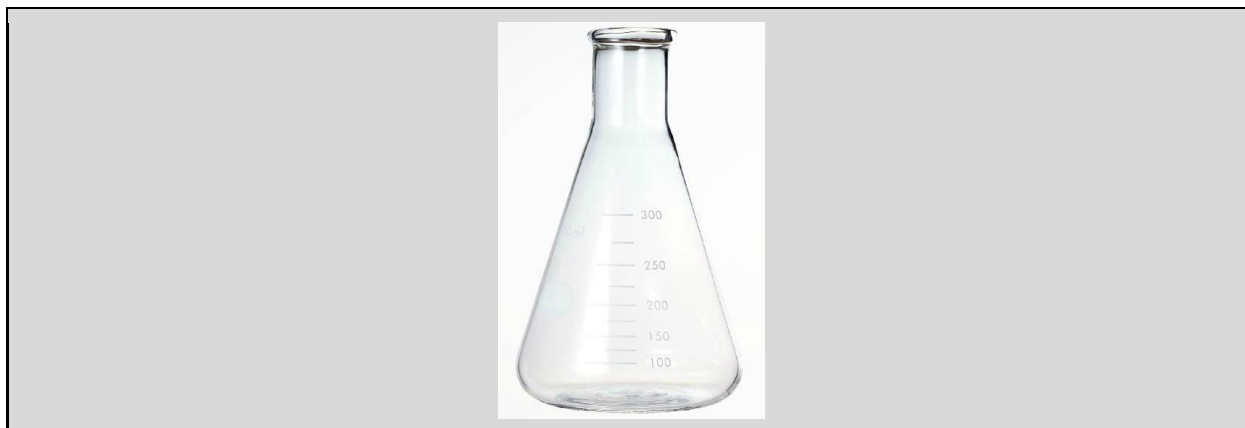
A su vez, dentro del laboratorio existe una serie de elementos que ayudan a hacer las reacciones, ya sea para calcular el volúmen de una sustancia, para realizar una disolución, para observar los cambios que se experimentan en una sustancia (un ejemplo muy claro, el color marrón del zumo cuando ya ha reaccionado todo el ácido). Estos materiales son:

Vaso de precipitado: se trata de un recipiente cilíndrico de vidrio que se utiliza, sobre todo, para preparar o calentar sustancias y traspasar líquidos. Tienen un fondo plano. Se les encuentra en varias capacidades: desde 1 mL hasta varios litros. Es recomendable no utilizarlos para medir volúmenes de sustancias, ya que es un material que se somete a cambios bruscos de temperatura, lo que lo descalibra y, en consecuencia, entrega una medida errónea de la sustancia.



Matraz erlenmeyer: es uno de los frascos de vidrio más altamente utilizados en los laboratorios. Se utiliza para hacer reaccionar sustancias que necesitan un largo calentamiento. También sirve para contener líquidos que deben ser conservados durante mucho tiempo.

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?



Matraz de fondo redondo: este matraz se utiliza para realizar reacciones inclusive en caliente. Su fondo esférico favorece la concentración de los reactivos, no se puede apoyar en una superficie plana, por lo que se utiliza un soporte.



Cuentagotas: se trata de un tubo hueco terminado en su parte inferior en forma cónica y cerrado por la parte superior por una perilla o dedal de goma.



¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

Balanza de precisión: está constituida por una balanza que mide cantidades muy pequeñas de una sustancia, y también por cuatro paredes de cristal. Para que la balanza mida la cantidad exacta, es necesario que las paredes estén totalmente cerradas, ya que hasta el aire puede influir.



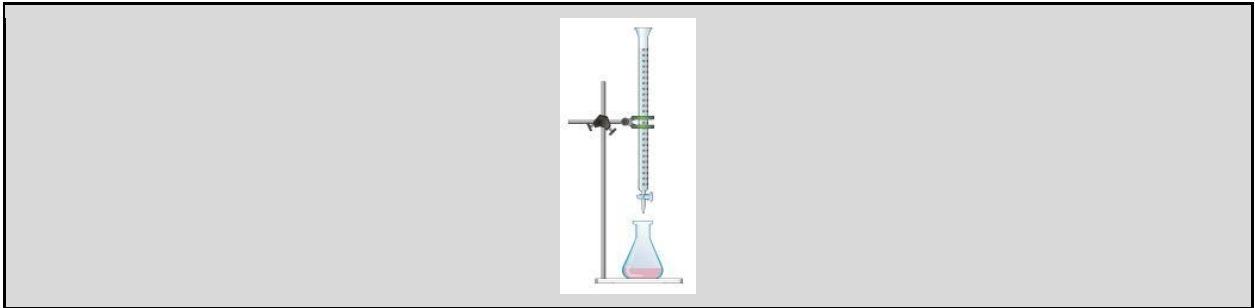
Balanza electrónica: esta balanza se utiliza con sustancias las cuales queremos medir una cantidad más grande, como gramos. No es tan exacta como la balanza de precisión.



Pipeta: es un instrumento volumétrico de laboratorio que permite medir el volúmen de un líquido con bastante precisión. Suelen ser de vidrio. Está formada por un tubo transparente que termina en una de sus puntas de forma cónica, y tiene una graduación con la que se indican distintos volúmenes.



Bureta: las buretas son recipientes de forma alargada, graduadas y de décimas de mililitro o menos. Su uso principal se da entre su uso volumétrico, debido a la necesidad de medir con precisión volúmenes de masa y de líquido invariables.



El lenguaje científico es impersonal, no se habla en 1ª persona: se dispone de, se ha utilizado, nunca hemos ni tenemos...

Por otro lado, se dispone de una serie de sustancias que se han utilizado para que el ácido ascórbico reaccione con el KIO_3 y que, a partir del volumen de este último, sea posible calcular la cantidad de vitamina que tenía el zumo. Estas sustancias han sido:

HCl: llamado 'ácido clorhídrico' es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno. Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico, y tiene un pH inferior a 1.

KI: llamado 'yoduro de potasio', es una sal cristalina, y se porta como una sal simple. Tiene un pH neutro, y es altamente soluble en agua.

Almidón: es un compuesto químico que se encuentra en los vegetales.

¿Cuánta vitamina hay en mi zumo?

Por otro lado, tenemos el compuesto del cual obtendremos el volumen necesario para que reaccione con toda la vitamina C, que se encuentra junto con la disolución de HCl y KI.

KIO₃: es una sal mucho más estable que los bromatos y los cloratos. Se presenta en forma de cristales incoloros y brillantes. Es soluble a 14°C.

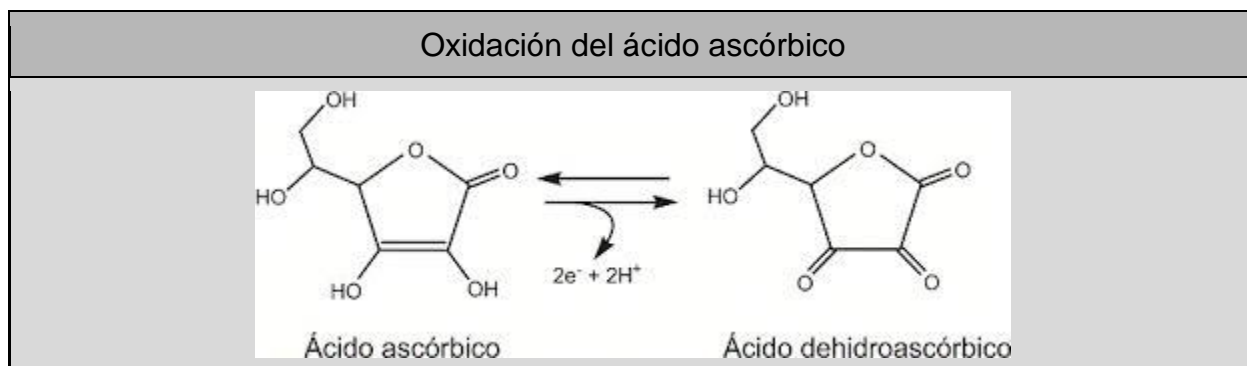
7.1. Asignación de significado a las variables

La variable de esta investigación es el volumen de yodato potásico empleado al completar la valoración, es decir, hasta el viraje del indicador. Este volumen nos ayudará a conocer la cantidad de ácido ascórbico que contenía el zumo valorado. Sabiendo que $1\text{KIO}_3 \rightarrow 3\text{KI}$ y a su vez, $1\text{KI} \rightarrow 3\text{Aa}$, deducimos que a mayor volumen de KIO₃ gastado, mayor cantidad de vitamina C contendrá el zumo.



7.2. Emisión de una o más hipótesis

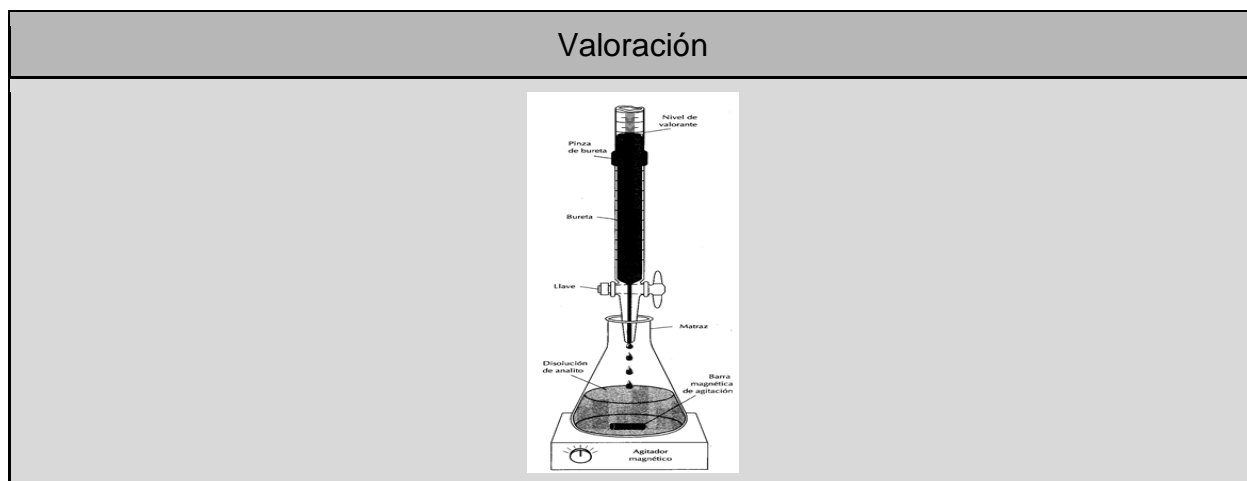
El ácido ascórbico es una molécula orgánica muy inestable frente a fuentes de calor, al contacto con el oxígeno o a la luz, por lo que se descompone formando ácido dehidroascórbico. Por esta razón, los zumos se envasan al vacío y en recipientes opacos. Conociendo estos datos, sería lógico formular la hipótesis de que en los zumos recién exprimidos se obtendrá mayor cantidad de vitamina C que en los zumos aireados o apartados 1 hora, así como en los industriales.



7.3. Diseño del utillaje experimental y de los instrumentos de recogida de información

Para realizar la valoración se necesitarán una serie de materiales y reactivos anteriormente citados. Se usará yodato potásico, con el que se preparará una disolución de 0,43 g (para lo que se usará la balanza analítica) en 1 L de agua, el que se colocará en un matraz aforado. Con el yoduro se realizará una disolución de 10 g en 100 mL y finalmente con el ácido clorhídrico se necesitará preparar una disolución de 50 mL en 200 mL de agua, se dispondrán ambas disoluciones en vasos de precipitado. Se usarán los matraces erlenmeyer para colocar el zumo y la bureta para colocar el valorante (KIO_3) sujeto con pinzas y soportes. Se dispondrá también de almidón.

A la hora de recoger los datos que se vayan obteniendo se dispondrán en una tabla que posteriormente se completará con los datos de los resultados finales.



7.4. Diseño del trabajo de campo, documental y/o de laboratorio

El trabajo de laboratorio en este proyecto se ha de fundamentar en la organización. Para este proyecto lo principal será la medida de tiempos y la división del trabajo. La sesión final, en la que el trabajo en el laboratorio será lo fundamental, se desarrollará de la siguiente manera: lo primordial será revisar el material de laboratorio, vasos de precipitado, matraces, buretas, vasos erlenmeyer, etc; en segundo lugar se realizarán las tres disoluciones necesarias (KIO_3 , KI y HCl), cada componente del grupo realizará una diferente con el objetivo de ahorrar tiempo; lo siguiente será exprimir las frutas necesarias en diferentes lapsos de tiempo para preparar las diferentes condiciones en las que se encontrarán los zumos en el momento de la valoración; finalmente se realizarán las valoraciones y anotarán los resultados, no sin antes preparar los compuestos a valorar.

7.5. Desarrollo del trabajo de campo, documental y/o de laboratorio

Una vez diseñado el trabajo en el laboratorio, se procede con las valoraciones. Lo primero es elaborar las tres disoluciones: la primera, yodato potásico (KIO_3) en 1 L que será el valorante; la segunda, yoduro de potasio (KI) en 100 mL que será uno de los reactivos y por último la disolución de ácido clorhídrico (HCl) que servirá también de reactivo.

A continuación se exprimen los zumos y se dejarán algunos apartados para su posterior valoración. Es fundamental colarlos para retirar sustancias innecesarias.

Se coloca el yodato en la bureta asegurando que quede correctamente completa. Se disponen posteriormente 20 mL de zumo en el matraz erlenmeyer y se añaden ya los reactivos: 5 mL de KI, 5 mL de HCl y 10 gotas de almidón. Se procede con la valoración hasta que se advierta un cambio de color notorio en el zumo, normalmente a marrón. Finalmente se anota la cantidad gastada de KIO_3 y se procede con las sucesivas valoraciones de la misma forma.

7.5.1. Recogida de datos

FRUTA	CONDICIONES	VOLÚMEN A VALORAR	VOLUMEN DE KIO ₃ EMPLEADO	CANTIDAD DE VITAMINA C EN 100 mL
POMELO	Recién exprimido 1 hora después Aireado	20 mL	8'6 mL 7'7 mL 8'7 mL	45'65 g 40'85 g 46'15 g
NARANJA	Recién exprimido 1 hora después Aireado	20 mL	11'63 mL 11'3 mL 10'2 mL	61'75 g 60 g 54'15 g
MANDARINA	Recién exprimido	20 mL	7 mL	37'15 g
LIMÓN	Recién exprimido 1 hora después Aireado	20 mL	8'7 mL 8'53 mL 8'6 mL	46'15 g 45'25 g 45'65 g
INDUSTRIAL: NÉCTAR CON AZÚCAR	Envasado	20 mL	3'5 mL	18'55 g
INDUSTRIAL: FRUTA + LECHE	Envasado	20 mL	8'1 mL	43 g

7.6. Tratamiento de resultados

El volúmen de KIO₃ gastado es igual al volumen de IO₃⁻ que reacciona. Para averiguar los moles de IO₃⁻ que tenemos en cada prueba, se multiplica el volumen de KIO₃ por la molaridad de KIO₃ (2'01 x 10⁻³). Como resultado, obtenemos los moles de IO₃⁻ que reaccionan.

Como la reacción química es: 1 mol IO₃⁻ > 3 moles de AA, la cantidad de moles de IO₃⁻ que se haya obtenido será proporcional a los moles de AA. Una vez tenemos los moles de Aa, lo multiplicamos por su masa atómica.

$$\text{masa Aa} / 20 \text{ mL} = V \text{ KIO}_3 (\text{empleado}) \times [\text{KIO}_3] \times 3 \times M_{\text{Aa}}$$

8. Conclusiones

Una vez calculados los resultados que se requerían desde un primer momento es posible dar respuestas a las inquietudes que se planteaban al comienzo de la investigación, así como a otras observaciones que se han planteado durante la misma.

En primer lugar se puede observar que el zumo de la naranja es el que contiene mayor cantidad de ácido ascórbico. Además, como era de esperar, al realizar la valoración recién exprimido el contenido resultante es mayor que cuando se realiza con las otras dos condiciones. Esto es así porque el tiempo de interacción con el medio en el caso del zumo recién exprimido es demasiado breve como para conseguir una oxidación notable del ácido ascórbico.

En otro punto de la investigación se puede apreciar una discordia entre los resultados obtenidos, con el limón y el pomelo, y las hipótesis planteadas al comienzo del proyecto. Según las valoraciones realizadas se puede determinar que, estando ambos zumos recién exprimidos, el limón tiene mayor contenido de ácido ascórbico, así como después de una hora. Lo extraño en el caso de estos zumos se encuentra en el hecho de que cuando ambos se airean la cantidad de ácido ascórbico resultante es mayor que cuando se quedaron en reposo durante una hora, contradiciendo las suposiciones que se hicieron en un primer momento. Este inesperado suceso es llevado al extremo en el caso del pomelo, en el que la cantidad es mayor incluso que recién exprimido. Una posible interpretación de esta situación contradictoria sería que la cantidad de agua contenida en el pomelo es menor que en las otras frutas, por lo que al aplicársele el chorro de aire, además de oxidarse el ácido ascórbico, también se evaporaría parte del agua, aumentando así la concentración de ácido ascórbico y, por lo tanto, dando un resultado erróneo de la valoración.

El caso de la mandarina no aporta una información muy relevante, salvo corroborar que tiene menos contenido de ácido ascórbico que las otras frutas.

Por último, en el caso de los zumos procesados, los resultados obtenidos a través de la valoraciones guarda cierta concordancia con: en el caso del zumo de “Frutas + Leche”, la información nutricional; y, en el caso del néctar con azúcar, las hipótesis que se plantearon en un primer momento. En el primer caso se encuentra una concordancia relativa, esto es así porque en el resultado obtenido es mayor la cantidad de ácido ascórbico contenido que el valor de la información nutricional (esta información indica la cantidad máxima de ácido ascórbico contenida en 100 mL, en este caso 40 g), este error puede ser la degeneración de un fallo cometido durante la valoración, por lo que se puede aproximar que la información nutricional es veraz. En el caso del néctar el resultado concluye que es el “zumó” con menor contenido de ácido ascórbico, pues este no es un zumo propiamente dicho.

Finalmente se confirman mediante las valoraciones las principales hipótesis, además de dar respuesta a nuevas preguntas surgidas durante el proyecto, que concluye con la naranja como fruta más rica en vitamina C y la confirmación de la veracidad de la información nutricional en zumos procesados y envasados.

9. Valoración personal

Marta: como valoración personal me gustaría decir que con este proyecto he aprendido conceptos nuevos y también me ha ayudado a aprender cómo utilizar alguno de los instrumentos principales de un laboratorio.

Creo que, tanto mi grupo como yo, estábamos un poco perdidos la segunda vez que visitamos la facultad, ya que no teníamos muy claro qué hacer y qué conceptos eran los que teníamos que utilizar. Sin embargo, la última visita fue la que mejor nos salió. Como ya teníamos claro los conceptos, los volúmenes y las disoluciones que teníamos que realizar, no nos resultó un problema el comenzar con la investigación; es más, nos sobró algo de tiempo y pudimos hacer experimentos extra.

El grupo que me ha tocado me ha gustado muchísimo, ya que ha sido gente trabajadora y centrada en el proyecto. El trabajo ha sido equitativo y, en mi opinión, hemos realizado una buena investigación. La primera visita también me gustó bastante, ya que nuestro investigador nos comenzó a explicar cosas acerca de química y nuestro proyecto.

Me ilusionó mucho el poder haber sido alumna de un profesor de universidad por un día. Aunque la parte práctica resultó entretenida, como todo, siempre existe otra parte teórica que suele ser menos amena, sobre todo si es en inglés. Sin embargo, creo que en un futuro habrá valido la pena haber hecho todo este trabajo y esfuerzo, ya que no muchos tienen la oportunidad de haber participado en esto.

J. Marcos: Para mí el proyecto P.I.I.I.S.A. ha significado un cambio importante en la percepción que tenía de la ciencia en general. Antes de venir a este proyecto, con miedo a no tener los conocimientos suficientes, me autodenominaba científico, pero esta experiencia, gratificante y estresante a partes iguales, me ha abierto los ojos a la ciencia real. Con esto quiero decir que la ciencia consiste en mucho más que entender de número y hacer cuatro tonterías en un laboratorio, tanto la experiencia en sí como los demás integrantes y profesionales de este proyecto me han enseñado que la ciencia se basa en la dedicación y el esfuerzo continuo. Puedo afirmar, sin temor a equivocarme, que este es el trabajo en el que más tiempo he volcado y del que más orgulloso estoy. Además de lo que me haya aportado esta experiencia estoy

completamente seguro de que lo que he aprendido me será muy útil en el futuro, tanto en el ámbito de la ciencia como en lo personal.

Para concluir me gustaría dejar claro que el interés que ya tenía en la ciencia antes de esta experiencia se ha convertido en auténtica pasión, lo que le tengo que agradecer en gran medida a mi profesor de CMC Antonio Marcos Naz Lucena, gracias a él he tenido esta oportunidad y siempre le estaré agradecido. Y eso es lo que realmente me llevo de esta experiencia, junto con la amistad que he llegado a entablar con mis compañeras de proyecto.

Paula: En mi caso, este proyecto de investigación ha sido una experiencia nueva que me ilusionaba mucho llevar a cabo. El balance general del proyecto es bastante positivo porque he adquirido conocimientos que me servirán para relacionarlos con otros ámbitos. El estar trabajando en un laboratorio también me ha hecho despertar curiosidad por el proceso investigativo.

Creo que mi grupo ha sabido complementarse bastante bien y hemos podido desarrollar el trabajo sin ningún tipo de problemas. Espero poder compartir más proyectos con ellos.

Finalmente, me gustaría decir que para mí ha sido bastante gratificante ya que me he dado cuenta de que volcando algo de esfuerzo puedo llegar a hacer cosas muy interesantes y enriquecedoras.

10. Agradecimientos

Agradecerle, en primer lugar, a todos los profesores que han hecho que nosotros, los jóvenes investigadores, hayamos podido participar en una oportunidad como esta.

También agradecerles que hayan hecho el esfuerzo de venir a acompañarnos a la facultad, ya que no todos los profesores lo harían. En segundo lugar, agradecerle a Juan Luis su trabajo y dedicación por la explicación que nos dio el primer día, y también la ayuda que nos ofreció en los días de práctica.

Por último, nos gustaría agradecerle a las personas de la universidad que también han participado en el proyecto y nos han aportado los instrumentos necesarios y haber tenido tanta paciencia con nuestros 'destrozos'.

12. Bibliografía

- Información sobre las reacciones REDOX:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Reducci%C3%B3n-oxidaci%C3%B3n>

- Información para los métodos y materiales:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bureta>

<http://deconceptos.com/ciencias-naturales/almidon>

<http://www.wordreference.com/definicion/almid%C3%B3n>

http://es.wikipedia.org/wiki/Yoduro_de_potasio

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ki>

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_clorh%C3%ADrico

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bureta>

<http://laboratorio-quimico.blogspot.com.es/2013/05/balanza-de-precision.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Pipeta>

<http://materialeslaboratorio.blogspot.com.es/2008/11/matraz-de-fondo-redondo.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Matraz_de_Erlenmeyer

- Información sobre la vitamina C:

<http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2011/11/28/bebete-el-zumo-que-se-le-va-la-vitamina/>

http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2014/10/15/220777.php