

CAZADORES DE MITOS

RETO GANADOR EN LA MODALIDAD

**“¡TÓMATE RÁPIDO EL ZUMO QUE SE LE
VAN LAS VITAMINAS!”**

EQUIPO	Dalton-icos
CENTRO EDUCATIVO	Colegio Santa Ana
LOCALIDAD	Calatayud (Zaragoza)
CURSO	3º ESO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

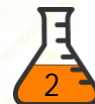




ÍNDICE

PREGUNTA _____	2
HIPÓTESIS _____	2
MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS _____	2
<i>INSTRUMENTOS</i> _____	2
<i>MATERIALES</i> _____	4
EXPERIMENTACIÓN _____	5
<i>CONSIDERACIONES PREVIAS</i> _____	5
<i>PROCEDIMIENTO</i> _____	7
<i>TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS</i> _____	9
ANÁLISIS DE DATOS _____	13
<i>TABLAS DE PORCENTAJE DE VITAMINA C RESTANTE</i> _____	13
<i>GRÁFICAS</i> _____	15
<i>HALLANDO UNA FUNCIÓN INTERPOLADORA</i> _____	18
<i>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</i> _____	20
CONCLUSIÓN _____	22
<i>ÁREAS DE MEJORA</i> _____	22
<i>IDEAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS</i> _____	23
BIBLIOGRAFÍA _____	24





PREGUNTA

¿Puede perder rápidamente las vitaminas un zumo?

HIPÓTESIS

Un zumo de naranja pierde una cantidad considerable de vitamina C en poco tiempo a una temperatura adecuada inferior a 22°C.

MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

INSTRUMENTOS

Cuentagotas



Jeringuilla



Jarra de medidas (para medir el agua)



Termómetro





Reloj



Nevera



Recipientes: tubos de ensayo, matraz Erlenmeyer (experimento A), recipientes de plástico pequeños (experimento C y B).



Exprimidor



Cuchillo



Cuchara



Cazo



Colador

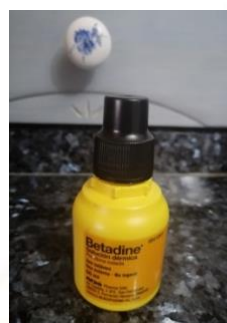


MATERIALES

Maicena-(Fécula de maíz)



Betadine-(Povidona yodada)



Naranjas



Agua





EXPERIMENTACIÓN

CONSIDERACIONES PREVIAS

Varias de nuestras fuentes afirmaban que tanto la temperatura como la cantidad de oxígeno en el aire, la presencia de la luz y que el recipiente esté hecho de algunos metales, influyen en la cantidad de vitamina C que pierde un zumo en un determinado período de tiempo. Sin embargo, no disponemos de los métodos y materiales necesarios para determinar la vitamina C de forma muy precisa. Por ello, hemos diseñado un experimento adecuado para responder a nuestra hipótesis, viendo el efecto que tiene el tiempo (variable independiente) en el porcentaje de vitaminas del zumo respecto a las del momento inicial (variable dependiente).

CONTROL DE VARIABLES EXTRAÑAS

Para evitar la influencia del material del que está hecho el recipiente, se usaron unos que no fuesen de metal a la hora de conservar el zumo.

En el caso del oxígeno del aire supusimos que el tanto por ciento de este es aproximadamente igual en la nevera que en el resto de la casa (hay que tener en cuenta que el volumen de aire dentro de la nevera no es muy grande y que cada vez que se abre su composición se ve influida por el del exterior y se aproximará al 21% de oxígeno).

En lo que respecta a la temperatura, probamos con dos diferentes en cada experimento (nevera 4°C, casa 21,5°C) que se mantuvieron más o menos constantes (con una variación no superior a $\pm 0,5^\circ\text{C}$) a lo largo del tiempo. El incluir dos temperaturas en todos los experimentos fue porque como en nuestra hipótesis dice “una temperatura inferior a 22°C”, de esta forma se podía ver qué pasaba al disminuir la temperatura y si debíamos preocuparnos por no poner una cota inferior a esta variable (cosa que ocurriría si al disminuir la temperatura, disminuyese más rápidamente el porcentaje de vitaminas respecto al inicial).

Del mismo modo, en lo que respecta a la luz, se probó dejando el zumo en espacios tanto iluminados como oscuros, para ver cómo afectaba (en este caso, el motivo es que normalmente el zumo se deja al aire libre en un espacio con luz, pero puesto que la nevera no está iluminada, era necesario incluir también una prueba en la que el zumo estuviese en una habitación sin luz; aunque esto solo se incluyó en un experimento).

ERRORES O SESGOS

En este proyecto hemos podido tener diversos errores en las mediciones causados por los instrumentos de medida y posibles errores cometidos por los investigadores:

Los errores derivados de los instrumentos de medida:

Sensibilidad de los instrumentos de medida:

Jeringuilla $\rightarrow S = 1\text{mL}$.





Cuentagotas $\rightarrow S = 1\text{gota} = 4 \cdot 10^{-2}\text{mL}$.

Jarra de medidas (para medir el agua) $\rightarrow S = 100\text{mL}$ (aunque el error en la práctica suele ser bastante menor)

Termómetro $\rightarrow S = 0,1^\circ\text{C}$

Reloj $\rightarrow S = 10^{-3}\text{s}$

Errores debido a los investigadores:

Uno de los errores posibles es que comparar dos colores no es del todo objetivo y puede inducir a algunos errores. Esto se podría solucionar con un instrumento que no poseemos, el colorímetro.

Errores debido a factores medioambientales:

Estos errores son aquellos que no se pudieron controlar, producidos por pequeñas variaciones de las variables extrañas, por ejemplo, las pequeñas diferencias de temperatura a lo largo del día en el interior de una casa (dichas variaciones no superaron los $0,5^\circ\text{C}$)

¿Qué hemos hecho para disminuir la gravedad de estos errores?

A la hora de utilizar los instrumentos, hemos procurado que tuvieran la mayor sensibilidad (dentro de nuestras posibilidades) y también que las características medioambientales se asemejaran entre los diferentes experimentos. Además, hemos realizado varias veces algunas pruebas para obtener unos resultados más fiables.

JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA ESCOGIDA

Para minimizar los errores o sesgos que se han podido producir por los instrumentos de medida o debido a fallos al comparar colores, se ha dividido la experimentación en varias partes entre las que se han repetido algunas de las condiciones en las que había sido guardado el zumo.

Las condiciones en las que se ha conservado el zumo entre todas las partes han sido dentro de la nevera, en casa con luz en un día soleado, en casa con luz en un día nublado y en casa a oscuras. El motivo de que se haya probado a conservar en casa en un día soleado (dos veces) y en un día nublado (una vez) ha sido porque la frase de *"tómate rápido el zumo que se le van las vitaminas"* se aplica cuando te vas a tomar un zumo, lo que implica que la temperatura sea la que haya en casa (en torno a $21,5^\circ\text{C}$) y que en la estancia haya luz. El motivo de que se haya probado a dejarlo también en la nevera (3 veces) es que allí las variables extrañas están mucho mejor controladas hasta el punto de tal vez permitir crear un modelo matemático de la concentración de vitaminas en función del tiempo, pudiéndose llegar a interpolaciones en diferentes momentos del tiempo que no hayan sido medidos. Además, junto con el zumo que se dejó en casa sin luz, se puede saber si la vitamina C se conserva mejor o peor a temperaturas más bajas que por nuestra hipótesis podríamos haber elegido.

El motivo de la elección de los intervalos de tiempo a 1h, 2h, 4h y 8h (además, por supuesto, de hacer mediciones en el zumo recién exprimido) es que llevar a cabo cada medición (entre todos los zumos conservados de forma diferente) dura casi 10 minutos (por lo que es imposible hacer sólo mediciones con intervalos de tiempo muy cortos, ya que realmente





no mantendrías el zumo en las condiciones establecidas en casi ningún momento). Así que lo mejor para saber qué ocurre a corto plazo es realizar mediciones a medio-corto plazo (como los valores escogidos) con un mínimo de mediciones a lo largo del tiempo que en las condiciones de la nevera permita establecer un modelo adaptable a las circunstancias habituales de temperatura y luz (que varían más, como las de casa iluminada y casa a oscuras detalladas más adelante), pudiéndose así realizar interpolaciones válidas en el período de tiempo escogido.

PROCEDIMIENTO

DISOLUCIÓN INDICADORA

Para realizar la disolución indicadora hemos seguido los siguientes pasos:

1. Mezclar una cucharada de maicena con suficiente agua hasta formar una pasta un poco más espesa que la leche, hay que tener cuidado para que no se quede con una textura parecida a la de una papilla.

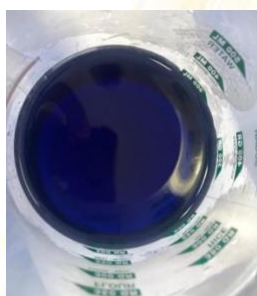


2. Añadir 250mL de agua a la pasta resultante y calentarla hasta que hierva durante 1 minuto y medio aproximadamente.



3. Añadir 40 gotas de la solución hecha con maicena (almidón) a un recipiente con 300mL de agua.

4. Añadir 9 gotas de Betadine, lo cual dará lugar a una disolución de color azul oscuro.





PASOS INTERMEDIOS

1. Exprimir el zumo de naranja con un exprimidor y colarlo con el colador para que se pueda observar mejor.
2. Colocar un termómetro al lado de algún zumo que no esté dentro de la nevera para controlar que no haya mucha variación en esta variable.

MEDICIÓN DE LA VITAMINA C

Para medir la vitamina C se ha utilizado una disolución indicadora con almidón (maicena) y un producto yodado (Betadine) diluidos en agua, que presenta un color azul oscuro debido a una reacción química entre yodo y almidón. Pero, como la vitamina C reduce la mezcla de yodo y almidón, el yodo se transforma en yoduro y el almidón se presenta incoloro en contacto con el yoduro.

Basándonos en este sistema, decidimos echar una cantidad arbitraria de gotas de zumo recién exprimido (que designaremos z) en un recipiente que contuviese c mililitros de la disolución indicadora. Hicimos una fotografía a esta muestra de control, fijándonos en que reflejase de manera correcta la realidad, delante de un fondo blanco y sobre un folio (a excepción de en el experimento B, donde no se colocaron folios pero se puso todo sobre la misma encimera y con un mismo fondo blanco).

Después realizamos una serie de mediciones en los tiempos de 1h, 2h, 4h y 8h (medidos con un reloj de pulsera digital en modo cronómetro), con zumos conservados en distintas condiciones desde el comienzo de la experimentación. Este fue el proceso seguido (que hubo que repetir con cada zumo que se guardó de forma distinta y en cada uno de los antes citados momentos del tiempo):

1. Se colocan c mL de la disolución indicadora en un recipiente con una jeringuilla graduada con sensibilidad de 1mL.
2. Se añaden z gotas de zumo con cuentagotas..
3. Se remueve, se pone delante de un fondo blanco y encima de un folio blanco y se compara su color con el de la muestra de control.
4. Si el color es distinto al de la muestra de control, se añade una gota más de zumo y se repite el proceso desde el paso 3. Si es igual o muy similar, se pasa al paso 5.
5. Se anota la cantidad total de gotas de zumo que han sido necesarias.

Obsérvese que la cantidad de zumo que se echa es tan pequeña que una pequeña variación en el color de éste a lo largo del tiempo es despreciable en el resultado final, por lo que se puede decir que el color obtenido sólo depende de la cantidad de vitamina C, que es la que causa el cambio de color en la disolución. Esto a su vez implica que:





(Concentración vitamina C en un tiempo t) * Cantidad de gotas necesarias \cong Concentración inicial * z

De donde:

$$\% \text{Concentración vitamina C respecto a la inicial} \cong 100 * \frac{z}{\text{Cantidad de gotas necesarias}}$$

Y mediante esta fórmula se podrá medir la variable dependiente en el análisis de datos.

TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS

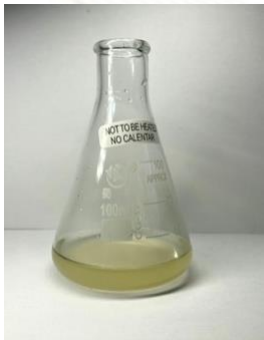
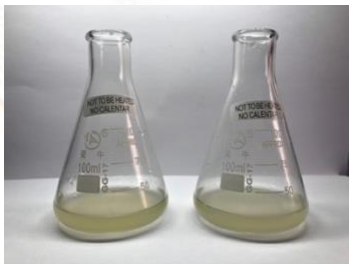

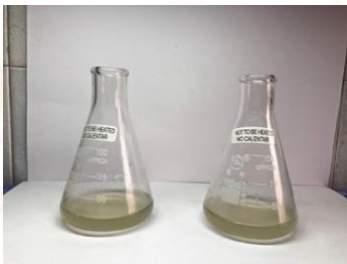
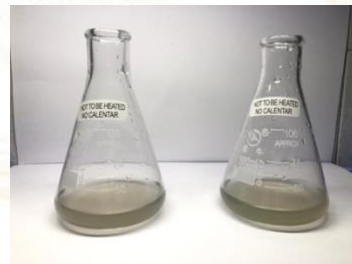



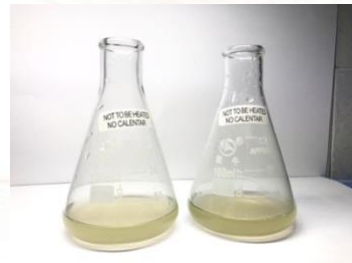
A continuación, se incluyen las tablas con los resultados obtenidos en los tres experimentos realizados. En los experimentos A y C, las muestras correspondientes a cada tipo de condiciones aparecen ordenadas de izquierda a derecha según el número asignado a su conjunto de condiciones.



Experimento A

- Gotas tomadas de zumo recién exprimido: $z=40$ gotas
- Cantidad de disolución indicadora: $c=20\text{mL}$
- Condiciones probadas:
 - Nevera (condiciones 1) $\rightarrow 4 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Sin luz
 - Casa (condiciones 2) $\rightarrow 21,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Luz natural (día nublado)




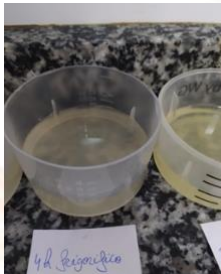



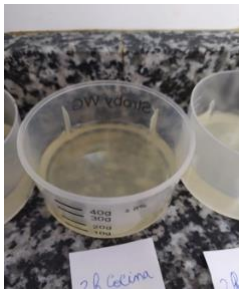
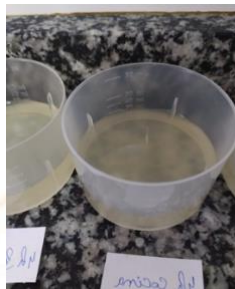



TIEMPO	Control (0h)	1 h		2h		4h		8h	
CONDICIONES	-----	1	2	1	2	1	2	1	2
GOTAS NECESARIAS	40	40	44	42	48	46	54	54	64
FOTO ECHANDO LA MISMA CANTIDAD DE GOTAS QUE EN LA MUESTRA DE CONTROL (40)									
	FOTO DEL RESULTADO FINAL								

Experimento B




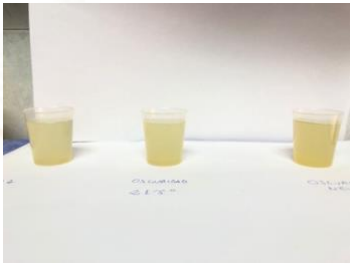



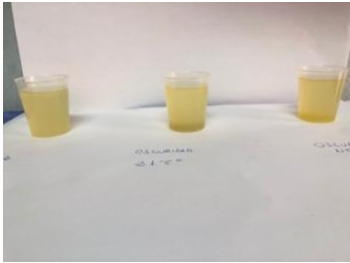



- Gotas tomadas de zumo recién exprimido: $z=20$ gotas
- Cantidad de disolución indicadora: $c=30$ mL
- Condiciones probadas:
 - Nevera (condiciones 1) $\rightarrow 4 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Sin luz
 - Casa (condiciones 2) $\rightarrow 21,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Luz natural (día soleado)

TIEMPO	Control (0h)	1 h	2h	4h	8h
GOTAS NECESARIAS CONDICIÓN 1	20	22	24	27	32
FOTO DEL RESULTADO (1)					
GOTAS NECESARIAS CONDICIÓN 2	20	24	27	32	38
FOTO DEL RESULTADO (2)					

Experimento C



- Gotas tomadas de zumo recién exprimido: $z=40$ gotas
- Cantidad de solución indicadora: $c=20$ mL
- Condiciones probadas:
 - Casa (condiciones 1) $\rightarrow 21,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Luz natural (día soleado)
 - Casa (condiciones 2) $\rightarrow 21,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Sin luz
 - Nevera(condiciones 3) $\rightarrow 4 \pm 0,5^\circ\text{C}$; Sin luz

TIEMPO	Control (0h)	1 h			2h			4h			8h		
CONDICIONES	-----	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
GOTAS NECESARIAS	40	48	44	41	53	47	43	65	52	45	75	60	52
FOTO ECHANDO LA MISMA CANTIDAD DE GOTAS QUE EN LA MUESTRA DE CONTROL (40)													
FOTO DEL RESULTADO FINAL													

ANÁLISIS DE DATOS

TABLAS DE PORCENTAJES DE VITAMINA C RESTANTE

Nevera

	Tiempo(h)	Gotas necesarias	Porcentaje de vitamina C restante
Experimento A	0h	40	100,00%
	1h	40	100,00%
	2h	42	95,24%
	4h	46	86,96%
	8h	54	74,07%
Experimento B	0h	20	100,00%
	1h	22	90,91%
	2h	24	83,33%
	4h	27	74,07%
	8h	32	62,50%
Experimento C	0h	40	100,00%
	1h	41	97,56%
	2h	43	93,02%
	4h	45	88,89%
	8h	52	76,92%
MEDIA NEVERA	0h	-----	100,00%
	1h	-----	96,16%
	2h	-----	90,53%
	4h	-----	83,31%
	8h	-----	71,17%

Nublado 21,5°C

Tiempo (h)	Gotas necesarias	Porcentaje de vitamina C restante
0h	40	100,00%
1h	44	90,91%
2h	48	83,33%
4h	54	74,07%
8h	64	62,50%

Soleado 21,5°C

	Tiempo (h)	Gotas necesarias	Porcentaje de vitamina C restante
Experimento B	0h	20	100,00%
	1h	24	83,33%
	2h	27	74,07%
	4h	32	62,50%
	8h	38	52,63%
Experimento C	0h	40	100,00%
	1h	48	83,33%
	2h	53	75,47%
	4h	65	61,54%
	8h	75	53,33%
MEDIA	0h	-----	100,00%
	1h	-----	83,33%
	2h	-----	74,77%
	4h	-----	62,02%
	8h	-----	52,98%

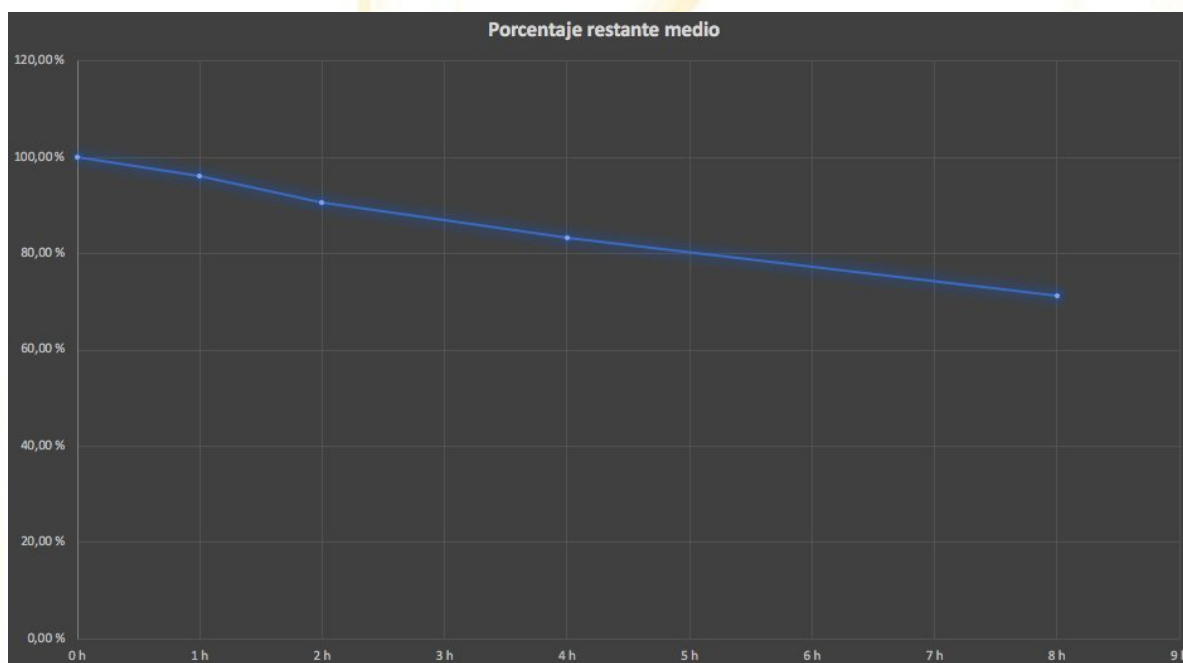
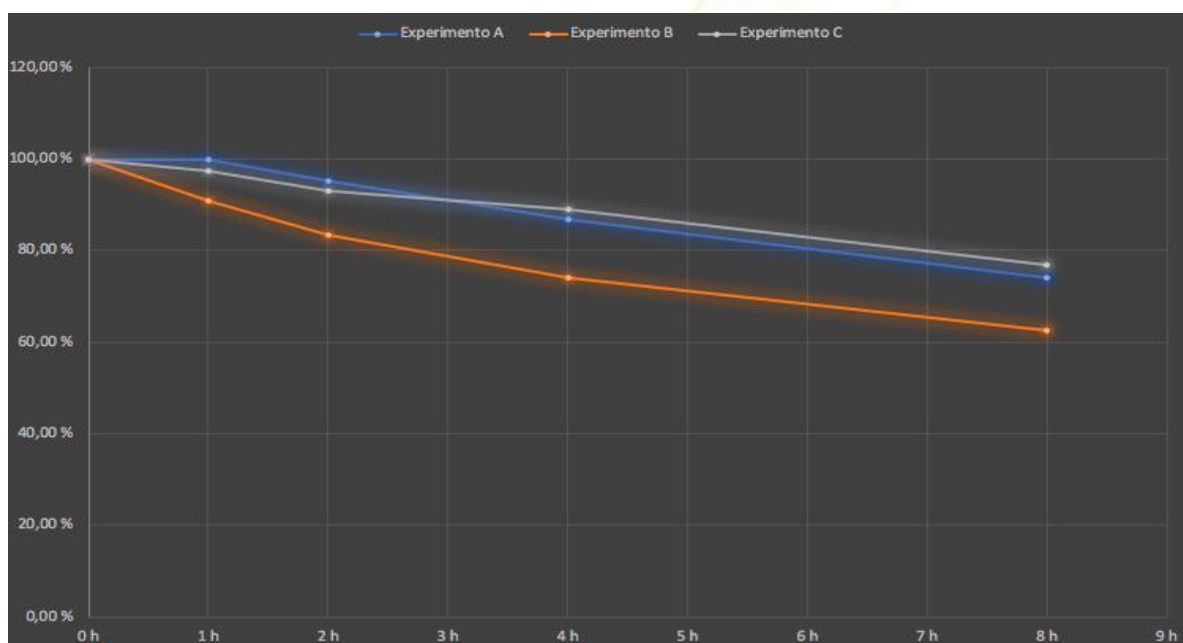
Oscuridad 21,5°C

Tiempo (h)	Gotas necesarias	Porcentaje de vitamina C restante
0h	40	100,00%
1h	44	90,91%
2h	47	85,11%
4h	52	76,92%
8h	60	66,67%

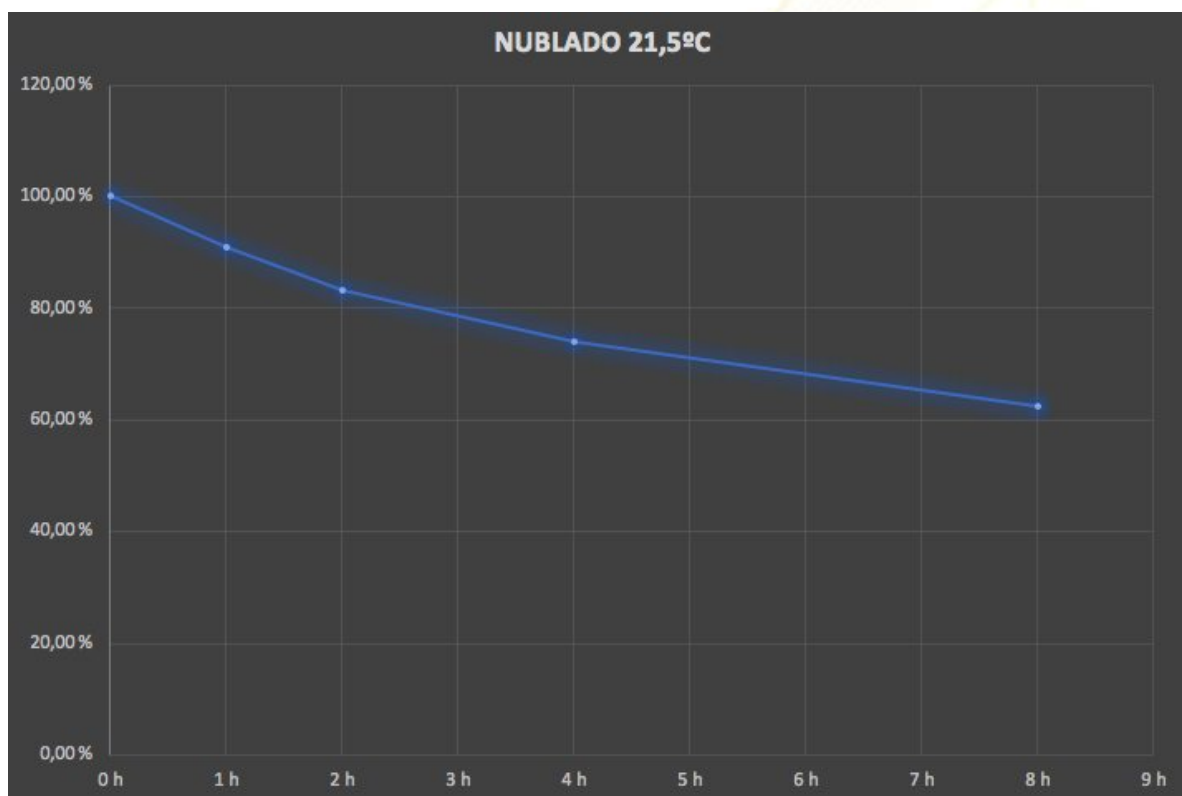


GRÁFICAS

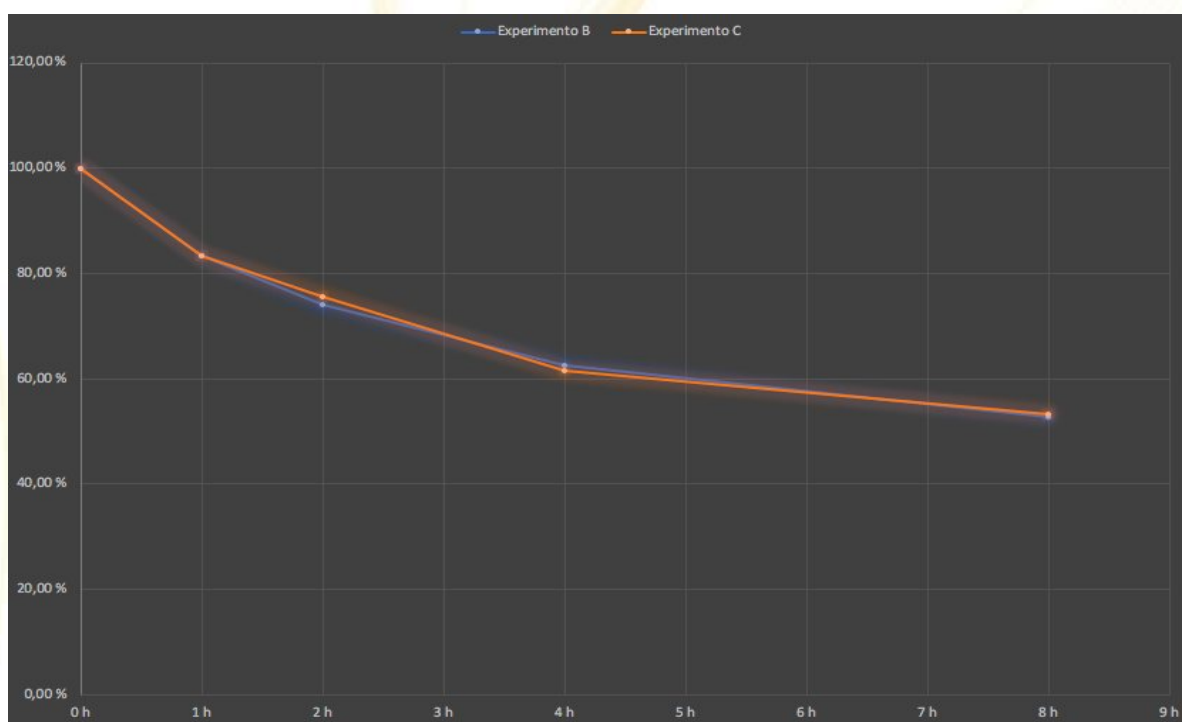
Nevera

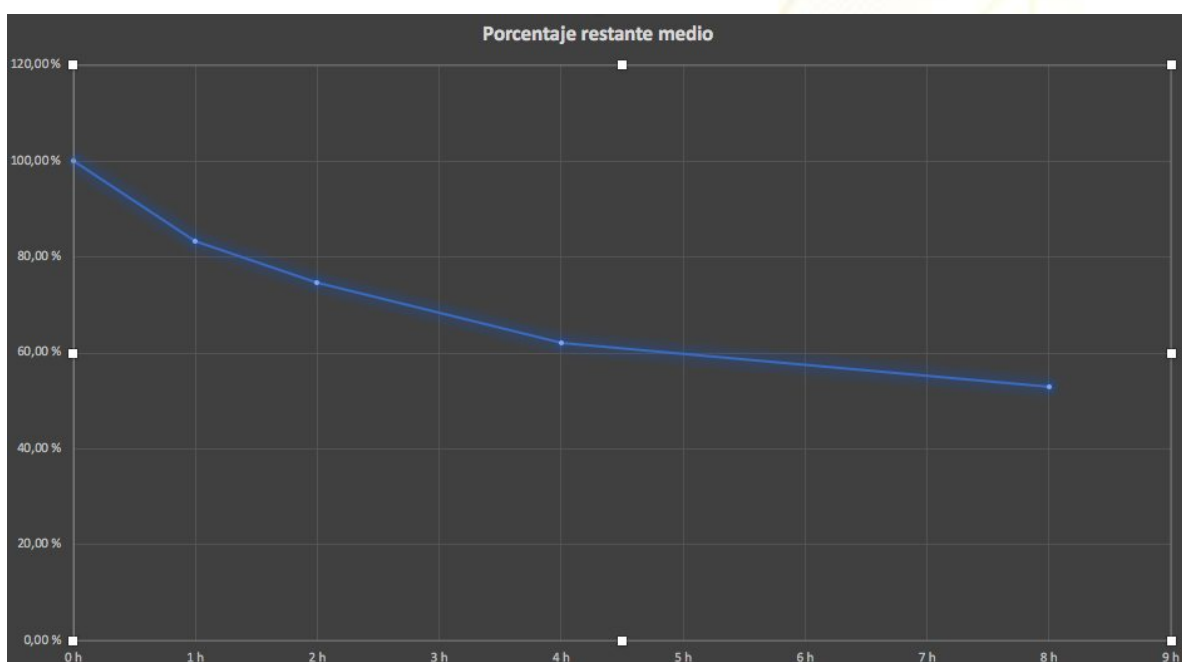


Nublado 21,5°C

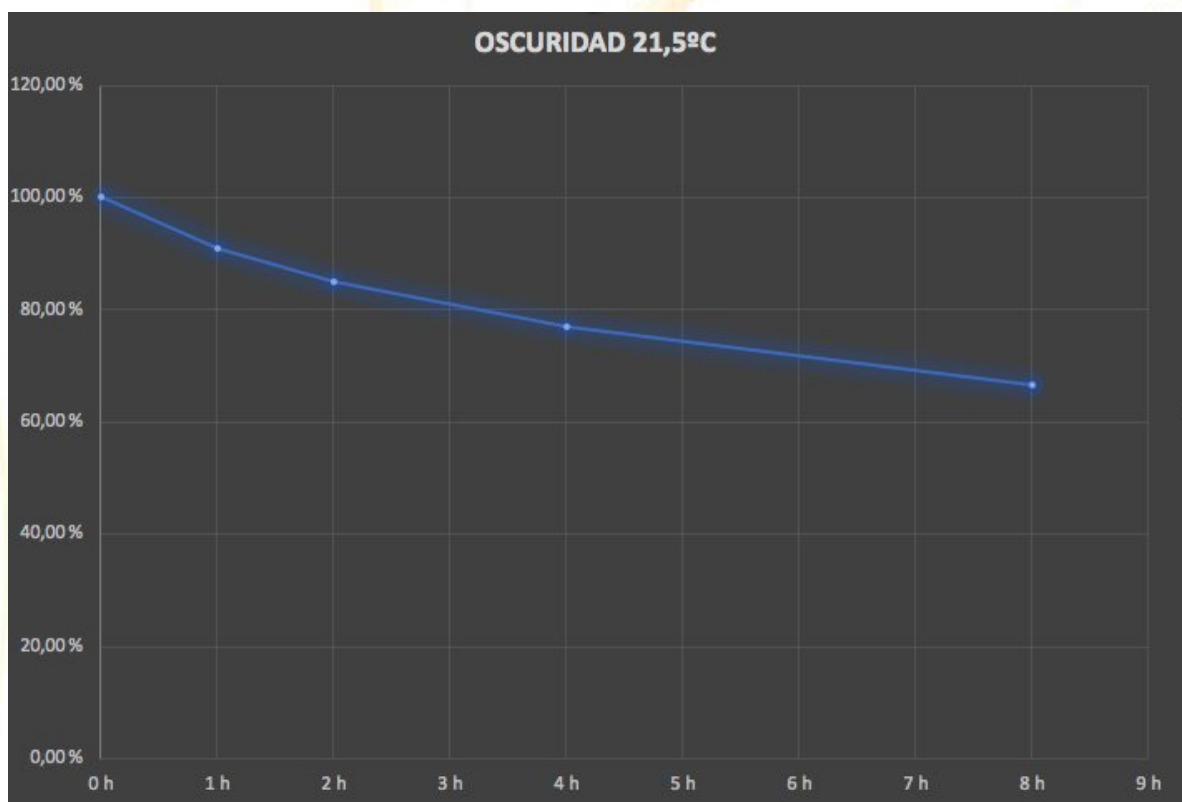


Soleado 21,5°C





Oscuridad 21,5°C



HALLANDO UNA FUNCIÓN INTERPOLADORA

Ahora trataremos de buscar la función interpoladora adecuada, teniendo en cuenta que su valor en $t=0$ debe ser del 100%. En primer lugar, proponemos dos posibles funciones para aproximar la media del porcentaje de vitaminas restantes de las condiciones de la nevera ($4\pm 0,5^\circ\text{C}$; oscuridad):

- $f_1(t) = 100 - C_1 \cdot t$; con C_1 una constante que depende de las variables extrañas.
- $f_2(t) = 100 \cdot e^{-C_2 \cdot t}$; con C_2 una constante que depende de las variables extrañas.

Nota: En las funciones propuestas el tiempo está en horas.

Parecen buenas candidatas, la primera por su simpleza, al ser una recta, y la segunda porque contempla el hecho de que parece que cada vez la pérdida de vitaminas se produce a menor ritmo. Con ellas se obtienen las siguientes aproximaciones considerando constantes tales que coincidan las aproximaciones a las 8h con el valor obtenido:

Tiempo	Valor obtenido	Función 1	Función 2
0h	100,00%	100,00%	100,00%
1h	96,16%	95,84%	96,40%
2h	90,53%	91,85%	92,79%
4h	83,31%	84,36%	85,58%
8h	71,17%	71,17%	71,17%

Estas dos funciones obtienen sin duda buenos resultados, aunque son mejores los obtenidos a partir de la primera. Sin embargo, si tratamos de aproximar con ellas la media de las condiciones de $21\pm 0,5^\circ\text{C}$ y con iluminación de día soleado:

Tiempo	Valor obtenido	Función 1	Función 2
0h	100,00%	100,00%	100,00%
1h	83,33%	92,37%	94,12%
2h	74,77%	85,32%	88,25%
4h	62,02%	72,79%	76,49%
8h	52,98%	52,98%	52,98%

Ambas funciones cometen errores inaceptables en el corto plazo, que es lo que nos interesa más aproximar, por lo que no sirven como funciones interpoladoras. Aún así, existe esta otra función que tiene similitud con $f_1(t)$ y conserva la propiedad de considerar que cada vez la vitamina C disminuye menos:

- $f_3(t) = 100 \cdot e^{-C_3 \cdot \sqrt{t}}$; con C_3 una constante que depende de las variables extrañas.

Nota: En esta función el tiempo está en horas.

Eligiendo C_3 para que coincida el valor a las 8h (en las condiciones $21\pm 0,5^\circ\text{C}$ y con iluminación de día soleado) con el resultado de la función en ese tiempo, obtenemos:

Tiempo	Valor obtenido	Función 3
0h	100,00%	100,00%
1h	83,33%	79,89%
2h	74,77%	72,79%
4h	62,02%	63,82%
8h	52,98%	52,98%

En la que se comete un error a corto plazo más pequeño (aunque aún no es del todo aceptable), pero que nos da la idea de modificar esta función $f_3(t)$ para que se pueda parecer a $f_1(t)$ modificando algunos de sus parámetros y que haga interpolaciones correctas a corto plazo (el problema de $f_3(t)$ es que si nos acercamos a $t=0$ la derivada de la función tiende a $-\infty$):

$F(t) = 100 * e^{-A * (\sqrt{t+B^2} - B)}$; con A y B valores que dependen de las variables extrañas.

Nota: En esta función el tiempo está en horas.

Para elegir A, buscaremos que el valor a las 8h (ya que es la medición más fiable por requerir mayor número de gotas) de $F(t)$ sea igual al observado y para elegir B, buscaremos un B tal que el error absoluto en el tiempo de 1h sea menor que 0,4%, que a las 2h se menor que un 1,25% y que a las 4h sea menor que un 4% (porque lo que más nos interesa es el corto plazo) y si no se encontrase un valor con esas condiciones es que probablemente $F(t)$ no nos convenga para interpolar. Pero, sí que podemos encontrar estos valores para cada caso:

Media de datos de la nevera (4°C , oscuridad)

Tiempo	Valor obtenido	Función 3
0h	100,00%	100,00%
1h	96,16%	95,77%
2h	90,53%	91,73%
4h	83,31%	84,22%
8h	71,17%	71,17%

Media de datos de casa soleado ($21,5^\circ\text{C}$, soleado)

Tiempo	Valor obtenido	Función 3
0h	100,00%	100,00%
1h	83,33%	83,32%
2h	74,77%	75,34%
4h	62,02%	65,17%
8h	52,98%	52,98%



Casa nublado(21,5°C, nublado)

Tiempo	Valor obtenido	Función 3
0h	100,00%	100,00%
1h	90,91%	90,72%
2h	83,33%	84,20%
4h	74,07%	74,79%
8h	62,50%	62,50%

Oscuridad(21,5°C,oscuridad)

Tiempo	Valor obtenido	Función 3
0h	100,00%	100,00%
1h	90,91%	90,90%
2h	85,11%	85,15%
4h	76,92%	77,11%
8h	66,67%	66,67%

Usando estos valores de A y B (sin unidades de medida; A estaría en $h^{-1/2}$ y B en $h^{1/2}$):

CONDICIONES	A	B
Nevera	0,867078	10
Casa soleado	0,252306	0,33
Casa nublado	0,235002	1
Oscuridad	0,183157	0,7

Y como se ve, esta función cumple los requisitos para ser nuestra función interpoladora y comete muy poco error.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Comparando los resultados obtenidos entre las condiciones de oscuridad a 21,5°C y de la nevera (4°C, oscuridad), podemos ver que, al disminuir la temperatura, la pérdida de vitamina C a medio-corto plazo es considerablemente menor. Esto hace que en nuestra hipótesis no tenga mucha importancia el no haber establecido una temperatura mínima.

Comparando los resultados de las distintas condiciones de 21,5°C, a más cantidad de luz, la pérdida de vitamina C será mayor (al menos a medio-corto plazo).

Tras esto, pasamos a analizar cómo de significativa es la pérdida de vitamina C en muy poco tiempo (ya que nuestra hipótesis decía que la pérdida de vitaminas es rápida).



NEVERA

Durante las primeras horas, en el experimento A, la pérdida de la vitamina C no fue muy significativa, lo que a primera vista, da a entender que nuestra hipótesis no es correcta en estas condiciones. De hecho, durante la primera hora del experimento apenas se perdió vitamina C y al cabo de 2 horas sólo se había perdido un 4,76%.

En el experimento B, durante la primera hora desde su inicio perdió un 9,09% de su total de vitamina C, que es el doble de la pérdida de vitaminas con respecto al primer experimento 2 horas después del inicio de este. Tiene una pérdida de vitamina C considerable en comparación con los datos anteriores, a las 2 horas de su inicio había perdido un total del 16,70% y concluyó con una pérdida del 37,50%. Esta diferencia con los otros puede deberse a una menor precisión al usar 20 gotas como cantidad inicial.

En el experimento C, la pérdida de vitamina C es más parecida a los resultados obtenidos en el experimento A. Durante la primera hora únicamente perdió un 2,44% de su vitamina C y a las 2 horas del inicio del experimento había perdido únicamente un 6,98%.

La media de la pérdida de vitamina C entre los 3 experimentos durante la primera hora fue del 3,84% y durante las 2 primeras horas del 9,47%, que son pérdidas bastante pequeñas, por lo que concluimos que no sufre una pérdida de vitamina C significativa a corto plazo sin tener necesidad de usar la función interpoladora.

CASA NUBLADO

Al paso de la primera hora del experimento ya se pudo observar una pérdida de vitamina C intermedia de un 9,09%, pero como nuestra hipótesis dice “rápidamente”, vamos a analizar qué pasa en un cuarto de hora y en media hora, que sería el tiempo que realmente nos interesa. Según nuestra función interpoladora, se conservan estos porcentajes de vitamina C:

Tiempo	Porcentaje restante	Porcentaje de pérdida
15 min =0,25h	97,26%	2,74%
30 min=0,5h	94,86%	5,14%

Lo que no supone pérdidas muy significativas a corto plazo.

CASA SOLEADO

Se realizaron mediciones bajo estas condiciones en dos experimentos: el B y el C.

Ambos experimentos han resultado muy parecidos ya que no hay mucha diferencia entre los resultados correspondientes a cada hora, e incluso hubo momentos en los que perdieron la misma cantidad de vitamina C. Entonces, vamos a considerar directamente la media de los dos experimentos.

Durante la primera hora perdieron un 16,67% de su vitamina C total y entre las dos primeras un total de 25,23% de media, lo cual indica a primera vista, una pérdida de vitamina C significativa. Pero ahora hemos de analizar el corto plazo mediante nuestra función interpoladora que nos proporciona los siguientes resultados en los tiempos de 15 minutos y 30 minutos:

Tiempo	Porcentaje restante	Porcentaje de pérdida
15min=0,25h	93,44%	6,56%
30min=0,5h	89,26%	10,74%

Lo que indica una pérdida de vitamina C entre baja e intermedia a corto plazo.

OSCURIDAD

Al paso de la primera hora del experimento ya se pudo observar una pérdida de vitamina C intermedia de un 9,09%, así que tenemos que analizar qué pasa en un cuarto de hora y en media hora, que sería el corto plazo que realmente nos interesa. Según nuestra función interpoladora, se conservan estos porcentajes de vitamina C:

Tiempo	Porcentaje restante	Porcentaje de pérdida
15min=0,25h	97,11%	2,89%
30min=0,5h	94,74%	5,26%

Lo que es una pérdida de vitamina C pequeña a corto plazo.

CONCLUSIÓN

En base al análisis de datos, podemos observar que la vitamina C no se pierde rápidamente, por lo tanto nuestra hipótesis no es correcta. Esto desmonta el famoso mito de las vitaminas del zumo de naranja.

ÁREAS DE MEJORA

No obstante, no hay que olvidar los defectos de nuestra experimentación.

En primer lugar, nos hubiera gustado disponer de algunos instrumentos de medida con mayor sensibilidad. Sobre todo en el caso del cuentagotas, el verdadero problema no es en si la sensibilidad del instrumento de medida, si no que esta no es totalmente adecuada respecto a la cantidad de disolución indicadora (ya que si la cantidad de gotas de zumo iniciales es pequeña, entonces una gota puede causar una gran variación del porcentaje de vitamina C restante; además de que no se puede aumentar la cantidad de gotas iniciales de zumo si no se usa más cantidad de disolución indicadora).



En general, habría que tratar de mejorar el proceso de experimentación, ya que la que usamos se basaba en parte en la comparación entre varios colores (aunque este aspecto hubiera sido preciso si dispusiéramos de un colorímetro). Además nuestro procedimiento no permite realizar mediciones en periodos cortos de tiempo, lo que nos ha obligado a utilizar una función interpoladora. Esto se podría solucionar si se pudiese disponer de una gran cantidad de disolución indicadora (como se ha indicado anteriormente) o bien usar un método cuantitativo (que no pudimos realizar debido a que requiere bastante material del que no podíamos disponer) como el fluorimétrico descrito en la primera referencia de la bibliografía.

También cabe mencionar un experimento fallido que se realizó además de los ya antes citados:

POSIBLE ERROR EN UN EXPERIMENTO

Durante la fase de experimentación, además de los experimentos ya mencionados hubo uno que decidimos considerar como fallido, este experimento fue realizado siguiendo los mismos pasos, sin embargo, salieron unos resultados totalmente distintos. Creemos que esto se puede deber a un componente distinto en uno de los ingredientes principales, se trata del colorante presente en la maicena utilizada.

Otro factor que pudo haber influido fue el uso de una menor cantidad de zumo en la muestra de control, lo que hace más difícil de observar la variación del color.

Pudimos concluir que ese experimento no era del todo correcto ya que la pérdida de vitamina C era igual a pesar del tiempo transcurrido.

IDEAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

Si fuera posible, estaría bien realizar mediciones más precisas siguiendo las mejoras antes propuestas, que permitiesen también un proyecto más ambicioso: el de verificar o refutar la función interpoladora de la pérdida vitamínica y saber si se puede o no usar para extrapolar a largo plazo.

También sería una buena idea estudiar el efecto de las variables extrañas de este experimento (temperatura, luz...) en profundidad.



BIBLIOGRAFÍA

- Enlace a PDF de métodos de medición de vitamina C:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjC_ljndPuAhWdZxUIHT3rBHQQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2F147.96.70.122%2FWeb%2FTFG%2FTFG%2FMemoria%2FZHONGWEI%2520FANG.pdf&usg=AOvVaw1ikvGav-uE21-gHx6V_O2N
- Procedimiento seguido en la experimentación:
<https://webs.ucm.es/info/analitic/Asociencia/Vitamina%20C.pdf>
- Enlace al PDF que proporcionó la idea de ver si $f_2(t)$ servía como función interpoladora:
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjolsOordPuAhVjnVwKHRjhDEYQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.dspace.espol.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F2054%2F1%2F4073.pdf&usg=AOvVaw0iXle-Qrn9vPtvgd2qx-qj>