



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de alimentos: zumos de frutas como caso de estudio.

Application of tests with consumers to evaluate sensory quality of food based on their preferences and establish its sensory shelf-life: fruit juices as case of study.



Autor: Irene Monserrat Calpe

Directores:

Dra. Rosa Oria Almudí

Dra. Eva M^a Campo Sahagún

TRABAJO DE FIN DE GRADO

CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS



Universidad
Zaragoza



Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

ÍNDICE

1- RESUMEN/ABSTRACT	2
2- INTRODUCCIÓN	4
2.1. Los jueces	5
2.2. Pruebas sensoriales	6
2.3. Aspectos prácticos	8
3- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	10
4- MATERIAL Y METODOS	11
4.1. Test 1: De ordenamiento o ranking	11
4.1.1. <i>Panel</i>	11
4.1.2. <i>Muestras</i>	11
4.1.3. <i>Condiciones de evaluación</i>	12
4.1.4. <i>Sala de catas</i>	12
4.1.5. <i>Presentación de muestras</i>	12
4.1.6. <i>Procedimiento</i>	13
4.1.7. <i>Análisis de los resultados</i>	15
4.2. Test 2: Estimación del umbral de rechazo por consumidores	15
4.2.1. <i>Panel</i>	15
4.2.2. <i>Diseño experimental</i>	15
4.2.3. <i>Muestras</i>	16
4.2.4. <i>Presentación de muestras</i>	17
4.2.5. <i>Procedimiento</i>	17
4.2.6. <i>Análisis de resultados</i>	19
4.2.7. <i>Análisis microbiológicos</i>	20
4.2.8. <i>Análisis físico-químicos</i>	21
4.2.9. <i>Análisis estadístico</i>	25
5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. Test 1: De ordenamiento o ranking	26
5.2. Test 2: Estimación del umbral de rechazo por consumidores	27
5.2.1. <i>Análisis sensorial</i>	27
5.2.2. <i>Análisis microbiológicos</i>	31
5.2.3. <i>Análisis físico-químicos</i>	31
6- CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	38
7- APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE	40
8- BIBLIOGRAFIA	41

1- RESUMEN

Este trabajo de fin de grado tiene como objetivo general profundizar el conocimiento del alumno en algunas de las metodologías de análisis sensorial habitualmente utilizadas para el control de calidad de alimentos. Puesto que el trabajo se ha realizado en el Grupo de Investigación de Alimentos de Origen Vegetal, dichas metodologías se han aplicado en productos de interés para el grupo, en concreto zumos de frutas. No obstante, la universalidad de estas técnicas hace que lo aprendido por el alumno pueda ser fácilmente aplicado para el estudio de la calidad sensorial de otros alimentos, en el marco de otros proyectos de investigación o trabajos en la industria.

En concreto, se han puesto a punto dos técnicas de amplia aplicación en análisis sensorial: a) test de ranking para el estudio de la preferencia y b) test de umbral de rechazo para el control de la vida útil sensorial de un producto. Ambos test se han realizado por grupos de consumidores. En paralelo, se han realizado los análisis descriptivos, físico-químicos y microbiológicos pertinentes con el fin de caracterizar en detalle los alimentos estudiados. Como caso de estudio se han elegido zumos comerciales con llamativos reclamos de marketing asociados a la “salud” dado el creciente interés de estos productos en el mercado.

Las tareas del alumno han consistido en implementar las metodologías planteadas, gestionando de forma integral el panel de consumidores, y aplicando los tratamientos de datos asociados a cada técnica. Este trabajo ha permitido al alumno obtener una visión más completa del uso de técnicas sensoriales en el estudio de la calidad integral de un alimento, lo que supone una herramienta muy valiosa en su formación como tecnólogo de alimentos.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

ABSTRACT

The main goal of this work is to provide the student a deeper knowledge of some of the sensory methodologies commonly employed for the quality control of food products. Given that this work has been performed on the “Plant Food Research Laboratory”, such methodologies have been applied to products of interest to the group, in particular fruit juices. Nevertheless, due to the universality of the learned techniques, the student will be able to easily implementing them for the study of other food products, on the frame of research or industry projects.

In particular, the student has got familiar with two techniques widely applied in sensory analysis: a) ranking preference tests, and b) rejection threshold test in shelf-life studies. Both tests have been carried out with a group of consumers. In parallel, the student has performed the pertinent physic-chemical and microbial analysis in order to characterize in detail the product. As a case study, we have work with commercial juices including labels associated to a “health” issue, which have an increasing interest on the current juice market.

The tasks of the student have been implementing the above mentioned methodologies, with a focus on the consumer panel management, and the data analysis of results. This work has provided the student an overall vision of the use of sensory techniques on the study of the integral quality of food, which represents a valuable tool on her education as a food technologist.

2- INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial es una disciplina científica que busca identificar, medir e interpretar las propiedades organolépticas (atributos) de un producto que se perciben a través de los cinco sentidos, vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Además de la idea generalizada que existe sobre el análisis de los alimentos en los laboratorios, las técnicas sensoriales ofrecen métodos de medición y análisis tan importantes como los métodos químicos, físicos o microbiológicos (Carpenter, Lyon, Aguilera, y Hasdell, 2002).

Debido a su importancia y diversidad de aplicaciones, los estudios sensoriales se implementan cada vez con más frecuencia en las industrias alimentarias, bien contando con paneles internos (multinacionales) o bien contratando servicios externos (PYMES).

Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias a diario, entre las cuales se encuentra la alimentaria. Son muchas las razones por las que se deben tener en cuenta: caracterizar con detalle los productos elaborados en la propia industria o de los productos de la competencia; promocionar productos hacia segmentos específicos de población; mostrar al equipo de ventas las últimas oscilaciones del producto; optimizar nuevas formulaciones de producto y/o condiciones de procesado; comprobar que la calidad se ajusta a los objetivos estándar (cumple las especificaciones); o buscar la aprobación del cliente antes de lanzar un producto al mercado, entre otras.

Por otro lado la percepción que el consumidor tiene de un alimento dado no depende únicamente de las propiedades organolépticas intrínsecas del mismo, sino que existen además numerosos factores extrínsecos que pueden condicionar la valoración del mismo. Por ejemplo, el origen, la marca comercial, la composición nutricional o cualquier otra información sobre el producto facilitada al consumidor. Sin olvidar por supuesto la importancia del etiquetado y el aspecto estético del envase. Éste es lo primero que ven los consumidores del producto, y es capaz tanto de incitar como de rechazar la compra del mismo, siendo una de sus funciones prioritarias la de conseguir la atención del consumidor en el punto de venta, transmitir una fuerte identidad distintiva a la marca y una rápida comunicación de su calidad y valor (Hubbard, Jervis, y Drake, 2016).

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

Es por eso por lo que el análisis sensorial ayuda a conocer el producto en profundidad, desde el punto de vista del consumidor final, lo que permite tomar decisiones sobre el mismo.

Por tanto, para optimizar la aceptación de un producto se requiere la identificación no sólo de las propiedades sensoriales que los consumidores consideran importantes, sino también, de los atributos del envase que pueden predisponer al consumidor para comprar. Así, algunos autores señalan que los atributos que conforman un envase (tamaño, forma, colores...) son claves para garantizar la satisfacción del consumidor con el producto (Miklavc, Pravst, Grunert, Klopčič, y Pohar, 2015).

2.1 LOS JUECES

La selección y entrenamiento de las personas que realizarán las pruebas de evaluación sensorial son factores de los que depende en gran parte el éxito y la validez del análisis. En primer lugar, es necesario determinar el número de jueces que deben participar, después seleccionarlos, explicarles de forma adecuada como han de llevar a cabo las evaluaciones, y en el caso del análisis descriptivo, entrenarles siguiendo la normativa ISO aplicable.

Existen varios tipos de paneles:

- Panel de expertos: formado por personas que, como consecuencia de su profesión, están habituados a realizar análisis sensoriales de los productos evaluados (productores, intermediarios comerciales, investigadores...). En general, este tipo de panelistas no reciben entrenamientos específicos, sino que sus conocimientos son producto de la experiencia adquirida.
- Panel entrenado: la persona posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, y ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la prueba.
- Panel semientrenado: son personas que no han recibido entrenamientos específicos, pero participan de forma habitual en tests de tipo discriminante (no descriptivo) o de consumidores. Están, por tanto, habituados a las metodologías sensoriales aplicadas.

- Panel de consumidores: personas que no han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas pero son consumidores habituales del producto a evaluar, siendo ésta la condición indispensable para participar en el estudio.

Además, un aspecto práctico fundamental a tener en cuenta es la capacidad de compromiso y disponibilidad de los participantes a lo largo del periodo del estudio.

2.2 PRUEBAS SENSORIALES

2.2.1- Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas son realizadas por consumidores con el fin de evaluar el grado de satisfacción o de aceptabilidad de una serie de productos. De acuerdo con la normativa aplicable (ISO 8587, 2006) es necesario contar con un gran número de catadores para que sea representativo del segmento de sociedad buscado. En este tipo de pruebas, es posible utilizar una escala de categorización o ranking, o una escala hedónica:

Test de ranking: se trata de evaluar todas las muestras simultáneamente y de forma comparativa, con el fin de que éstos las ordenen (de la que menos le gusta a la que más le gusta).

Test con escala hedónica: se emplean para evaluar más de dos muestras a la vez o si se quiere obtener más información sobre el producto. Para ello se utilizan escalas numéricas hedónicas, normalmente de 7 o 9 puntos, que varían entre “me disgusta muchísimo” y “me gusta muchísimo”.

Por último, si se quiere conocer las percepciones particulares sobre un producto, es posible incluir en la ficha de preguntas sobre la intención real de compra de producto, o incluso el rango de precio que estaría dispuesto a pagar por el mismo.

2.2.2- Pruebas discriminativas

Los jueces comparan dos o más muestras, indicando si encuentran alguna diferencia entre ellas, en este caso no es necesario conocer la sensación que provoca el alimento en el catador, pero en ocasiones sí que deben describir esas diferencias. Se emplean mucho para evaluar, por ejemplo, si la calidad de un lote es uniforme. Pueden realizarse con jueces semientrenados, si las diferencias no son difíciles de detectar o bien jueces entrenados.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

Prueba de comparación pareada: empleada para determinar si dos muestras difieren en una determinada característica. El juez debe decidirse por la muestra con mayor intensidad de una característica, o de mayor preferencia. Por ejemplo que muestra es más dulce, o cuál le gusta más de dos presentadas, siendo una la control.

Prueba dúo trío: permite evaluar si existen diferencias específicas entre tres muestras, siendo una de ellas la muestra control o de referencia. Los catadores deben decidir cuál de las otras dos muestras es igual a la de referencia.

Prueba triangular: permite determinar si existen diferencias entre dos productos. Al juez se le presentan tres muestras, siendo una de ellas diferente y dos iguales. El juez debe identificar la distinta, siendo obligatorio dar una respuesta.

2.2.3- Pruebas descriptivas

En este tipo de pruebas los jueces (previamente seleccionados por mostrar adecuadas aptitudes) establecen la lista de términos más pertinente para describir las características sensoriales de un producto. Durante el entrenamiento, y a través de la exposición a distintos patrones y muestras de referencia, los jueces aprenden a medir dichas propiedades sobre una escala de intensidad (normalmente de 10 puntos, siendo 0=no percibido y 10= muy intenso). Por la complejidad del proceso, los jueces que se emplean para estos ensayos deben ser entrenados o expertos.

Tabla 1: *Tipos principales de pruebas y número y tipo de jueces necesarios.*

TIPO DE PRUEBA	Nº DE JUECES	TIPO DE JUEZ	NORMA ISO
Afectivas	Más de 60	- Consumidor	ISO 8587, 2006
Descriptivas	Mínimo 8	- Experto - Entrenado	ISO 11035, 1994
Discriminativas	A partir de 20	- Entrenado (complejas) - Semientrenado (sencillas)	ISO 4120, 2004

2.3 ASPECTOS PRÁCTICOS

Las condiciones en que se realizan los test sensoriales son tan importantes como el propio panel o idoneidad del test aplicado. Por este motivo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos prácticos:

2.3.1- Sala de catas

Las pruebas sensoriales requieren de una zona especial para su realización, es necesario contar con un lugar diseñado y destinado únicamente para estos fines. Debe haber un ambiente tranquilo, sin ruidos, olores o distracciones.

El área de preparación de las muestras (cocina) debe estar separada del lugar donde se vaya a catar el producto, con el fin de evitar que el juez vea la preparación del producto y pueda deducir cierta información del mismo. La cocina y las cabinas individuales de cata están conectadas mediante una ventanilla por la que se hace llegar los productos al juez. En cada cabina se disponen las fichas de cata, agua y colines o manzana para que los jueces puedan neutralizar el paladar entre muestras.

En cuanto a la iluminación, las cabinas disponen de luz blanca (neutra), roja y verde, con el fin de enmascarar el color real de las muestras a evaluar. Por ejemplo, para evaluar muestras rojas (cerezas, carne), se utiliza la luz verde.

2.3.2- Presentación de muestra

Los recipientes en los que se presentan las muestras deben ser idénticos, opacos e identificados con un código de tres cifras. Las muestras además se presentan de manera aleatoria para cada catador. La cantidad recomendada por el Comité de Evaluación Sensorial de la ASTM (1968) es de al menos 16 mL para alimentos líquidos y 28 g para alimentos sólidos.

2.3.3- Horario de cata

Las evaluaciones sensoriales no deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas ya que influyen enormemente en la percepción global del producto. Si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a probar alimentos, y podrían alterarse sus apreciaciones, por el contrario si son horas en las que el catador pueda tener más apetito, tenderá a valorar los atributos analizados más positivamente, por lo que está perturbando la respuesta real, y por lo tanto los resultados.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

3- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo general de este trabajo fin de grado es la familiarización con las técnicas de análisis sensorial empleadas de forma rutinaria en los laboratorios de análisis de alimentos, en concreto en el laboratorio de análisis de alimentos de origen vegetal del departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos (P.A.C.A.) de la universidad de Zaragoza. Se pretende de este modo conocer los aspectos metodológicos, prácticos y relativos al análisis de datos, realizados para el estudio de la calidad sensorial de alimentos.

En particular este trabajo fin de grado tiene como objeto la puesta a punto e implementación de dos tipos de test sensoriales que permiten dar respuesta a problemáticas recurrentes de la industria alimentaria.

Caso de estudio: zumo de frutas.

Como caso de estudio, se ha decidido trabajar con zumos comerciales de frutas, y en concreto con zumos que presentan un reclamo publicitario o alegación “saludable” en su etiqueta.

En este contexto, los objetivos específicos de este trabajo son:

- A) Comprobar la influencia que el etiquetado puede ejercer en la percepción y aceptación final del producto, mediante un test de ordenamiento o ranking. Se determinará el grado de aceptación del consumidor en dos condiciones de evaluación una “a ciegas” y otra “con la información del etiquetado”.
- B) Evaluar la vida útil sensorial de un zumo, para lo que se estima el umbral de rechazo de un zumo mediante la aplicación de un test de comparación por pares.

4- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1- Test 1. De ordenamiento o ranking

4.1.1- Panel

Para la realización de este estudio se contó con un panel de consumidores formado por un total de 52 personas (16 hombres y 36 mujeres, de edades, comprendidas entre los 18 y los 55 años; una media de edad de 36). Entre los participantes se encontraron estudiantes, profesorado y personal administrativo de la Facultad de Veterinaria, todos ellos consumidores habituales de zumos de frutas.

4.1.2- Muestras

Se utilizaron zumos de frutas comerciales de la marca Via Nature (AMC, Murcia). Estos productos fueron elegidos por contener un reclamo publicitario que lo identifica como “producto saludable” y que está relacionado con los ingredientes de su formulación (**figura 1**).

- 1- ANTIOXIDANTE: Granada y manzana con rooibos.
- 2- LIGHT: Sandía y piña con estevia.
- 3- ENERGIA: Frutas tropicales con guaraná.
- 4- DETOX: Pera, manzana y piña con aloe vera.



1

2

3

4

Figura 1: Zumos Via Nature analizados.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

4.1.3- Condiciones de evaluación

Con el fin de explorar si existen diferencias de preferencia de producto cuando los catadores disponen de la información visual del envasado (estética, etiqueta y reclamo publicitario), la evaluación sensorial de los zumos se hizo en dos condiciones: A) El catador no dispone de ninguna información del producto que va a probar (“a ciegas”); B) El catador ve la botella de la que se le sirve el zumo.

4.1.4- Sala de catas

Ambas evaluaciones se llevaron a cabo en la planta piloto de la universidad de Zaragoza. Dependiendo del modo de evaluación, los catadores fueron colocados en diferentes salas:

A) (“A ciegas”) En cabinas individuales y con la iluminación de color verde (**figura 2**).

B) (“Con información”) En la sala de reuniones en grupo con iluminación natural (**figura 3**).



Figura 2: *Catadores en sala, método A*



Figura 3: *Catadores en sala, método B*

4.1.5- Presentación de muestras

Se sirvieron 15 mL de los diferentes zumos siguiendo un orden de presentación, aleatorio para cada juez. En cada puesto se dispuso una ficha de respuesta a cumplimentar, una servilleta, agua y colines para neutralizar la boca entre muestra y muestra.

A) (“A ciegas”): las muestras se sirvieron en un vaso blanco, cada una de ellas codificada con un código numérico de tres cifras (**figura 4**).

B) Con información (“viendo el etiquetado”): los zumos se sirvieron en vasos transparentes rotulados con el reclamo publicitario de cada uno (**figura 5**), de modo que los consumidores pudieran identificar el producto que iban a consumir.



Figura 4: *Puesto individual.*



Figura 5: *Puesto grupal.*

4.1.6- Procedimiento

Delante de cada juez se presenta los cuatro zumos objeto de estudio y una ficha que deben cumplimentar siguiendo las instrucciones que se detallan. Los catadores deben probar las muestras en un orden establecido y ordenarlas en función de su preferencia de izquierda a derecha (los empates entre muestras no están permitidos). Además, con el fin de evaluar la intención de compra del producto más valorado en la ficha, se incluye la pregunta “¿Compraría el producto que más le ha gustado?” que debe responderse de acuerdo a una escala hedónica de nueve puntos (1 poco probable hasta 9 muy probable).

En las **figuras 6** y **7** se presentan las fichas de respuesta para este test en función del modo de evaluación.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

FICHA DE TEST DE RANKING

Nombre: _____ Fecha: _____
Hora: _____

Delante de usted se presentan cuatro muestras de zumo de frutas **con un código de tres cifras**. Pruebe cada muestra en el orden en que le son presentadas (de izquierda a derecha), y **ESCRIBA LOS CÓDIGOS POR ORDEN CRECIENTE DE PREFERENCIA**.

La que **menos** me gusta  La que **más** me gusta

Comentarios:

***¿Compraría el producto que más le ha gustado?**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="checkbox"/>									
<i>Poco probable</i>									<i>Muy probable</i>

Figura 6: Ficha del test de ranking (modalidad “a ciegas”).

FICHA DE TEST DE RANKING

Nombre: _____ Fecha: _____
Hora: _____

Delante de usted se presentan cuatro muestras de zumo de frutas **rotuladas con su correspondiente reclamo publicitario**. Pruebe cada muestra en el orden en que le son presentadas (de izquierda a derecha), y **ordénelas por preferencia indicando en cada casilla el reclamo publicitario puesto en la etiqueta**.

La que **menos** me gusta  La que **más** me gusta

Comentarios:

***¿Compraría el producto que más le ha gustado?**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="checkbox"/>									
<i>Poco probable</i>									<i>Muy probable</i>

Figura 7: Ficha del test de ranking (modalidad “con información del producto”).

4.1.7- Análisis de resultados

Test de ordenamiento: Se compilaron los datos de todos los jueces en cada una de las condiciones de evaluación (modalidad A y B), en una hoja de cálculo. Para cada juez se asignó un “1” a la muestra menos valorada, un “2” a la siguiente y así sucesivamente hasta establecer un “4” a la más valorada. A continuación, se sumaron todas las puntuaciones con el fin de obtener la “suma de rango” total por producto.

Igualmente se calculó la Diferencia Mínima Significativa (DMS). Este parámetro, como su nombre indica, permite establecer la diferencia mínima necesaria entre la suma de dos rangos para concluir que son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

$$\text{DMS } (p < 0.05) = \frac{1.96}{\sqrt{6}} \times \sqrt{n * p (p + 1)}$$

Donde n: número de catadores y p: número de muestras

Intención de compra: En cuanto a la pregunta de si comprarían o no el producto que más les ha gustado de los probados en el test de ranking, se realizó el promedio de las puntuaciones de todos los jueces.

4.2- Test 2. Estimación del umbral de rechazo por consumidores

4.2.1- Panel

Se contó con un panel de consumidores de 40 personas (15 hombres y 25 mujeres, de edades comprendidas entre 18 y 55 años; edad media de 36 años). Todos ellos personal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y consumidores habituales de zumos de frutas.

4.2.2- Diseño experimental

En base a los resultados preliminares del test 1, se eligió el zumo DETOX, por haber sido el más valorado.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

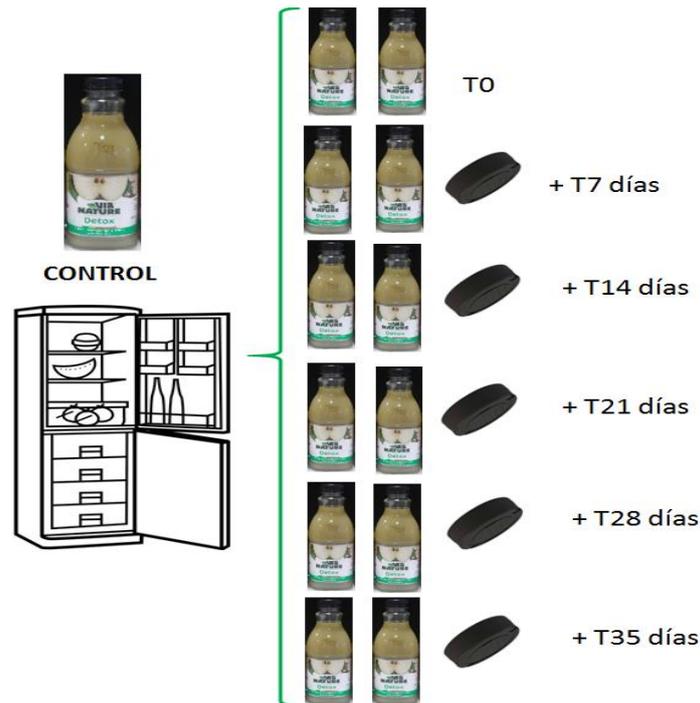


Figura 8: Representación gráfica del diseño experimental.

Las muestras se almacenaron en refrigeración a 4°C durante 35 días, y semanalmente se abrieron dos botellas de zumo (una para el análisis sensorial y otra para los análisis físico-químicos y microbiológicos) con el fin de disponer cinco tiempos de apertura diferentes (T7, T14, T21, T28, T35). Además, se mantuvieron botellas sin abrir para el tiempo inicial (T0) que fueron utilizadas como muestra control.

4.2.3- Muestras

La muestra analizada fue el zumo de Via Nature de manzana, pera y piña con aloe vera con el reclamo publicitario DETOX, dado que fue el más apreciado en el test previo de preferencia.



Figura 9: Zumos DETOX con diferentes tiempos (de t0 a t35) de apertura analizados.

4.2.4- Presentación de muestras

A los jueces se les presentaron 6 series con dos muestras en cada una, la control (recién abierta) y T_n (correspondiente al zumo con n días de almacenaje en frío desde su apertura). Los jueces debían probar ambas muestras de cada serie e indicar cuál preferían, siendo obligatorio dar una respuesta. Los jueces siguieron el orden ascendente presentado en la **figura 10**. Para cada juez, el orden de presentación de muestras (izquierda o derecha) fue aleatorizado dentro de cada serie.

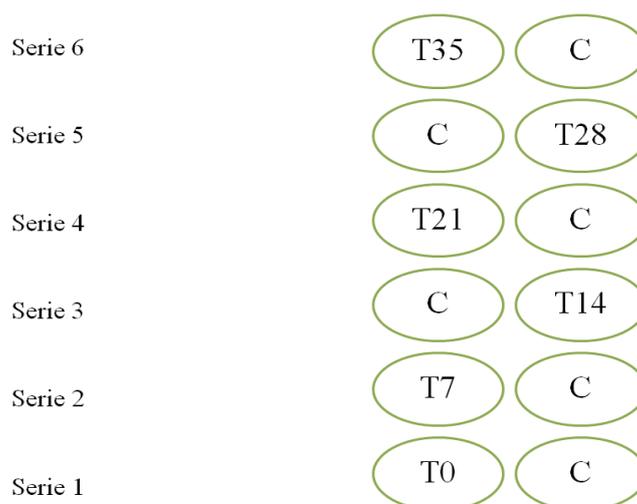


Figura 10: Forma de presentación de las muestras en cada uno de los puestos.

4.2.5- Procedimiento

Se sirvieron 15 mL (de cada muestra) en vasitos opacos de color blanco, presentados en las 6 series de manera aleatoria, junto a la ficha de cata, la servilleta, agua y colines. Cada catador cumplimentó la ficha que se le presentó junto a las muestras, tal y como se indica en la misma (**figura 11**). Con el fin de evitar la fatiga y saturación de los catadores, se indicó a éstos que esperaran 2 minutos entre una serie y la siguiente.



Figura 11: Puesto de cata de un juez en cabina individual.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

FICHA DE CATA		
NOMBRE:		
FECHA Y HORA:		
Delante de usted se presentan 6 series con dos muestras de zumo. Por favor, <u>siga las siguientes instrucciones</u> :		
1) ESCRIBA los códigos de los vasos situados a su izquierda y su derecha para cada una de las 6 series		
2) Comenzando con la Serie 1 (la más cercana a usted), pruebe los dos zumos, comenzando por el de la izquierda y RODEE EL CÓDIGO DEL ZUMO QUE LE HA GUSTADO MAS.		
3) Haga una PAUSA de 2 minutos , tomando un colín de pan y aclarándose la boca con agua mineral.		
4) REPITA este procedimiento para las series restantes (de la 2 a la 6). Recuerde que, para cada serie, <u>el primer zumo que se debe probar es siempre el de la izquierda</u> , y luego el de la derecha.		
	<u>CÓDIGO IZQUIERDA</u>	<u>CÓDIGO DERECHA</u>
SERIE 1	_____	_____
SERIE 2	_____	_____
SERIE 3	_____	_____
SERIE 4	_____	_____
SERIE 5	_____	_____
SERIE 6	_____	_____
Muchas gracias por su participación		

Figura 12: Ficha del test de comparación por pares.

En paralelo, y con el fin de caracterizar el perfil organoléptico de las muestras, se realizó el análisis sensorial descriptivo de cada una de los zumos, con un panel de catadores entrenados (específico a la evaluación de frutas y zumos) (**figura 13**), pertenecientes al grupo de investigación. En la **figura 14** se presentan los atributos evaluados, así como la escala utilizada (0 = no detectado; 10 = muy intenso).



Figura 13: Panel de jueces entrenados realizando el perfil sensorial.

Nombre: _____ Fecha: _____

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE ZUMO

Delante de usted se presentan 5 muestras de zumo codificadas con un número de tres cifras. Por favor, pruebe cada una de ellas en el orden establecido, y evalúe la intensidad de cada uno de los atributos citados en una escala de 0 (no percibido) a 10 (muy intenso).

CÓDIGO MUESTRA: _____

Aspecto visual	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Aroma/Sabor a piña	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Aroma/sabor a pera	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Sabor ácido	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Sabor dulce	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Sabor amargo	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Astringencia (sequedad en boca)	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Intensidad de Post-gusto	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Viscosidad	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										
Homogeneidad	<table border="0"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">poco intenso</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="3">muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	poco intenso								muy intenso												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
poco intenso								muy intenso																										

Muchas gracias por su participación

Figura 14: Ficha de cata para perfil sensorial.

4.2.6- Análisis de resultados

Test de umbral de rechazo. Se computó el número de aciertos para cada serie, considerando acierto que el juez eligiera como preferida la muestra control (zumo recién abierto), frente a la otra muestra (zumo abierto desde hace n días). El número total de aciertos, para cada serie, fue comparado con el valor umbral de aciertos necesario para considerar que dichos aciertos no se producen por una cuestión de azar (Valdes y Roessler, 1956).

Análisis sensorial descriptivo. En primer lugar se preparó una tabla con las medias para cada atributo por catador, representando a continuación los datos en un gráfico de araña. Con el fin de estimar si existían atributos discriminantes (capaces de diferenciarse entre

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

muestras) se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor (zumo) considerando los jueces como repeticiones mediante el software estadístico SPSS versión 15.0 (Chicago, Illinois).

Por último y con el fin de controlar los parámetros físico-químicos y microbiológicos, cuantificar la calidad del producto y completar el estudio de los zumos analizados, se realizaron las siguientes determinaciones en la muestra control y las T_n .

4.2.7- Análisis microbiológicos

Para comprobar el estado microbiológico de las muestras almacenadas en refrigeración durante 35 días se realizaron determinaciones de una serie de microorganismos que se detallan a continuación.

4.2.7.1- Determinación de microorganismos aerobios mesófilos totales

Se siguió la metodología propuesta en la norma [UNE-EN ISO 4833-2:2014](#) utilizando como medio de cultivo Plate Count Agar (PCA) y sembrando en superficie con ayuda de un asa de Drigalski diluciones seriadas de cada muestra (desde la -1 hasta la -5). Transcurridas 72 horas de incubación a 30°C, se obtuvieron los recuentos de la microbiota aerobia mesófila total presente en las muestras.

4.2.7.2- Determinación de microorganismos psicrótrofos

Se utilizó el mismo medio de cultivo (PCA) que en la determinación anterior, esta vez siguiendo el procedimiento de la norma [ISO 17410:2001](#). Se sembraron en superficie las diluciones (-1, -2, -3, -4, -5) en placas de Petri y posteriormente se llevó a incubar a 6,5°C durante 5 días. Pasado el tiempo se hizo el recuento para obtener los resultados correspondientes.

4.2.7.3- Determinación de mohos y levaduras

Para la cuantificación de la microbiota se siguió la metodología [ISO 21527:2008](#) empleando agar DRBC (Diclorán Rosa Bengala y cloranfenicol) como medio de cultivo. Se inocularon diluciones de las muestras (desde la -1 hasta la -4) abiertas a distintos tiempos, mediante la técnica de siembra en superficie. Posteriormente se incubaron a 25°C durante 72 horas, se hizo un recuento y se obtuvieron los resultados cuantitativos de mohos y levaduras presentes en las muestras.

4.2.8- Análisis físico-químicos

Además de los análisis sensoriales y microbiológicos se creyó conveniente realizar una caracterización físico-química de los parámetros más significativos de las muestras estudiadas, algunos de los cuales están relacionados con su reclamo funcional.

4.2.8.1- Cuantificación de la capacidad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

El procedimiento para la determinación colorimétrica de la capacidad antioxidante total se modificó del propuesto por [Llorach, Tomas-Barberan, y Ferreres \(2004\)](#). Se mezclaron 900 μL de los zumos diluidos 1/10, y las correspondientes diluciones, en cubetas de espectrofotometría junto con 900 μL de solución de radical libre DPPH preparada con anterioridad pesando 0,0131 g (Mettler Toledo; Greifensee, Suiza) en un volumen total de 250 mL de agua. Se agitó la mezcla y se incubó durante dos horas y media en oscuridad para que se desarrollase totalmente el color y después medir la absorbancia a 515 nm utilizando un espectrofotómetro (Unicam; Waltham, USA).

Tabla 2: *Diluciones realizadas para la curva de calibrado.*

Diluciones	1	2 (1/2)	3 (1/4)	4 (11/90)	5 (1/15)	6 (1/30)	7 (1/60)
Muestra (μL)	900	450	225	110	60	30	15
H ₂ O (μL)	-	450	675	790	840	870	885
DPPH (μL)	900	900	900	900	900	900	900

La curva patrón se preparó a partir de una solución madre de Trolox en agua, por ser un compuesto estructuralmente análogo de la vitamina E. A partir de esta solución se realizaron diferentes diluciones a las que se añadieron 900 μL de DPPH para obtener la curva de calibrado tras el periodo de incubación.

4.2.6.2- Determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP (Poder Antioxidante de Reducción Férrica)

Se desarrolló un procedimiento de trabajo a partir de los protocolos de [Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros-Zevallos, y Byrne \(2006\)](#) y [Griffin y Bhagooli \(2004\)](#), que consiste en añadir 900 μL de reactivo FRAP junto con 120 μL de muestra en cubetas de espectrofotometría, y medir la absorbancia de la mezcla a 595 nm, tras ser incubadas durante 20 minutos a temperatura ambiente.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

El reactivo FRAP estaba formado por tampón acetato, TPTZ y $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ en proporción 10:1:1 (v:v:v). Se prepararon disolviendo: 0,1562 g de TPTZ en 2 mL de ácido clorhídrico y enrasando con agua hasta 50 mL, 0,2703 g de cloruro férrico en agua con ayuda de 1 mL de HCl en 50 mL, y 3,1 g de acetato de sodio trihidratado en 16 mL de ácido acético glacial y enrasando con agua hasta 1000 mL.

Para determinar las concentraciones finales de antioxidantes de las muestras se preparó una curva patrón de Trolox. Para ello, se partió de 50 mL de una solución madre. En la **tabla 3** aparecen las distintas concentraciones usadas para realizar la curva de calibrado a partir de esta solución madre.

Tabla 3. Diluciones realizadas para la curva de calibrado.

Concentración (μM)	Sol. madre Trolox (mL)	Agua (mL)
1000	10	-
500	5,0	5,0
250	2,5	7,5
200	2,0	8,0
150	1,5	8,5
100	1,0	9,0
50	0,5	9,5
0	-	10

4.2.8.3- Cuantificación de vitamina C

La determinación del ácido ascórbico se llevó a cabo siguiendo el método del 2,6-dicloro fenol indofenol (DFI) (Tillmans y Hirsch, 1933), con algunas modificaciones. Se basa en la reducción de una solución de sal sódica del DFI por parte del ácido ascórbico. Éste se oxida y pasa a ácido dehidroascórbico, a medida que se añade DFI sobre la solución que tiene ácido ascórbico (muestras de zumo). El punto final está determinado por la aparición de una coloración rosada debida a la presencia del DFI sin reducir en medio ácido.

Para el procedimiento se hicieron 4 pasos, en primer lugar se preparó la muestra a valorar. Se mezclaron 5 mL de zumo en un vaso de precipitados con 5 mL de la solución extractora (ácido metafosfórico-ácido acético). A continuación, se hizo la valoración del DFI, luego la valoración del blanco y finalmente la de la muestra.

4.2.8.4- Determinación de la acidez titulable

El contenido de ácidos naturales totales en las muestras se determinó por valoración con una solución de hidróxido sódico por el método potenciométrico (Orden 29 de Enero, 1988) adaptado a la utilización de un titulador automático (Crison, Barcelona, España). Se añadieron a un vaso de precipitados 1 mL de muestra y 99 mL de agua destilada. A continuación se realizó una valoración con hidróxido de sodio al 0,1% hasta alcanzar un pH de 8,1. El resultado se dio en gramos de ácido málico por litro, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez} = \frac{\text{ml de NaOH gastados} \times 67 \times 0.1}{\text{ml de zumo}}$$

Donde 67 es el peso molecular del NaOH (g/mol) y 0.1 la molaridad.

4.2.8.5- Cuantificación de compuestos fenólicos totales

Para determinar la concentración de compuestos fenólicos se modificó el método descrito por Singleton y Rossi (1965). Se colocaron en tubos de ensayo 0,5 mL de zumo a los que se añadieron 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu. A continuación, se añadieron otros 0,5 mL de carbonato de sodio al 7,5%, y seguidamente 7 mL de agua destilada. Tras 60 minutos de incubación a temperatura ambiente y en oscuridad, se determinó la absorbancia de la muestra a 760 nm. Los resultados fueron expresados en mg de ácido gálico/L, considerando que es el fenol principal en las muestras.

La curva patrón se obtuvo a partir de soluciones estándar de ácido gálico (0-250 mg/L) preparadas en matraces de 10 mL que fueron sometidas al mismo proceso que las muestras para determinar su absorbancia.

4.2.8.6- Cuantificación de flavonoides totales

El contenido en flavonoides de los zumos se determinó modificando un ensayo colorimétrico descrito por Iacopini, Camangi, Stefani, y Sebastiani (2010) en el que a 0,5 mL de zumo se añadieron 0,1 mL de nitrito de sodio al 5%. Transcurridos 5 minutos se adicionaron 0,1 mL de AlCl₃ al 10%, y tras otro minuto se mezcló con 0,6 mL de NaOH 1 M. Por último, se midió la absorbancia de la mezcla a 510 nm y tras realizar los cálculos se expresó el contenido en flavonoides, como mg de catequina/L.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

4.2.8.7- Determinación del pH

Se tomaron 100 mL por duplicado de cada muestra en vasos de precipitados. Se determinó con el pH-metro Crison pH-Meter Basic 20+ (Crison, Barcelona, España) introduciendo el electrodo en la muestra, quedando éste bien cubierto.

4.2.8.8- Determinación colorimétrica mediante análisis digital de imagen

Para determinar las coordenadas CIELAB (L, a, b) se empleó un escáner Hp modelo Scanjet G4020 (HP, Palo Alto, USA). Se escanearon por duplicado las placas de Petri con 25 mL de muestra en cada una. Posteriormente, para obtener los resultados se procesaron los datos con el programa Matrox Inspector 8.0 y así se obtuvieron las coordenadas CIELAB, L*, a*, b*, las cuales permiten describir con valores numéricos el color de las muestras, donde L*(lightness) es la claridad desde el 0, que indica negro hasta el 100, que indica blanco, a* es la posición de color, que va desde el magenta al verde (valores negativos indican verdes mientras que valores positivos indican magenta) y b* es la posición entre amarillo y azul, valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo.

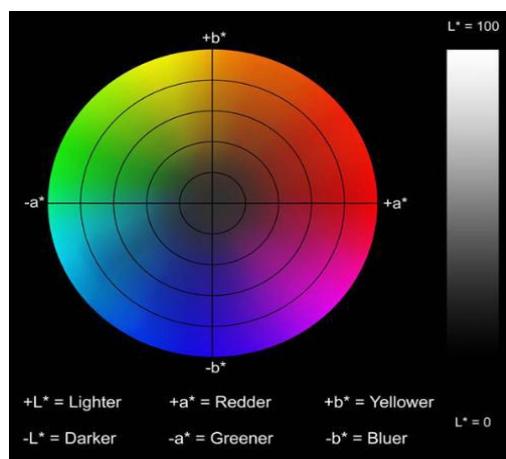


Figura 15: *Coordenadas CIELAB*

Para observar si existen diferencias de color entre las muestras analizadas, se empleó una fórmula que permite comparar las coordenadas CIELAB de los zumos abiertos a lo largo del estudio de vida útil con la muestra control.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2} = \sqrt{(a^*_{*m} - a^*_{*ref})^2 + (b^*_{*m} - b^*_{*ref})^2 + (L^*_{*m} - L^*_{*ref})^2}$$

Donde ΔE es la diferencia de color entre m (muestra de los diferentes tiempos de apertura) y ref (muestra control o recién abierta).

Según los criterios de [Martinez, Melgosa, Perez, Hita, y Negueruela \(2001\)](#) para decidir si hay o no una diferencia de color entre las muestras, que pueda ser percibida por el ojo humano, es necesario que:

$AE < 3$: no hay diferencia de color apreciable por el ojo humano.

$AE > 3$: hay diferencia de color apreciable por el ojo humano.

4.2.8.9- Determinación de sólidos solubles totales (SST)

Para la determinación se siguió la técnica descrita en los Métodos Oficiales de Análisis de Zumos de Frutas ([Orden 29 de enero, 1988](#)). Se determinaron por refractometría mediante un refractómetro digital, ATAGO DBX 55^a (ATAGO, Tokio, Japón). Se colocaron unas gotas de cada muestra en el refractómetro, y se realizó la medición por duplicado de cada tiempo de apertura del zumo.

4.2.9- Análisis estadístico

Para el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos en las determinaciones físico-químicas se realizó un análisis de varianza de un factor (ANOVA), seguido del test de comparación múltiple de Duncan para conocer si existían diferencias significativas entre las medias de las distintas muestras, utilizando para ello el software IBM SPSS Statics (Chicago, IL).

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1- Test 1. De ordenamiento o ranking

En la **tabla 4**, se muestran los resultados obtenidos de los análisis de preferencia con ambos test de cada uno de los zumos analizados sensorialmente por el panel de consumidores.

Tabla 4: Suma de rangos y significatividad ($p < 0.05$) derivados del test de ranking en las dos modalidades de análisis.

	Modalidad A) "a ciegas".				Modalidad B) "con información"			
JUEZ	DETOX	ANTIOX	ENERGIA	LIGHT	DETOX	ANTIOX	ENERGIA	LIGHT
Juez 1	1	2	3	4	4	1	2	3
Juez 2	3	1	2	4	3	1	2	4
.
.
.
Juez 52	4	3	2	1	3	2	1	4
Suma de rangos	153 b*	113 a*	148 b*	106 a*	150 b*	106 a	152 b*	112 a
DMS = 26								

*Letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$).

Tal como se observa en la tabla, en ambas modalidades se observaron diferencias significativas entre las muestras, agrupándose DETOX y ENERGIA (más valoradas) y ANTIOXIDANTE y LIGHT (menos valoradas). El valor de la DMS (Diferencia Mínima Significativa) fue de 26 puntos. Esto permite concluir que la preferencia por dos zumos es significativamente diferente si entre ellos tienen una diferencia mínima de 26 puntos entre las sumas de sus rangos, como por ejemplo el caso de DETOX (153 puntos) frente al LIGHT (112).

En paralelo se representaron gráficamente los resultados de las sumas de rangos (**figura 16**), con el fin de ver la influencia de la modalidad de evaluación en el grado de preferencia de los productos evaluados.

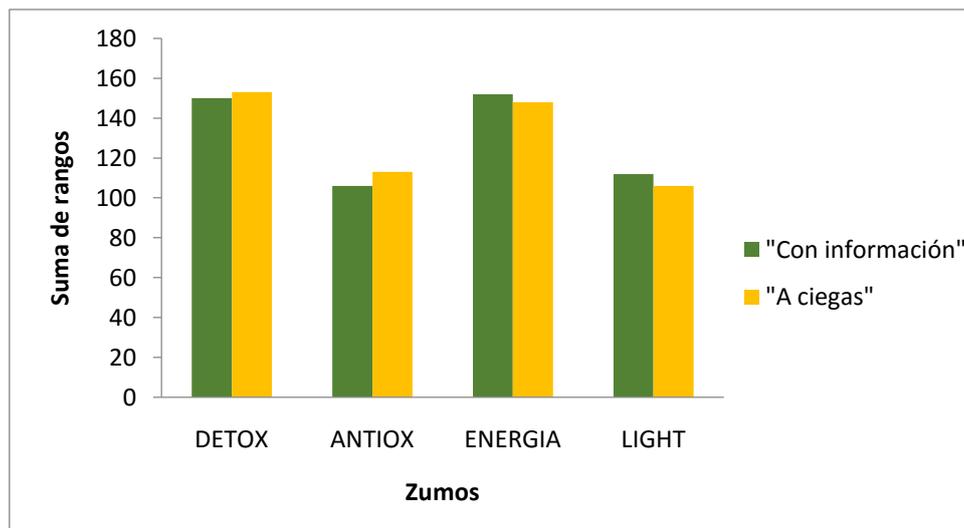


Figura 16: Diagrama de barras con las sumas de rango por modalidad.

De los datos de la figura se deduce también que no se aprecian grandes diferencias en las preferencias, en cuanto a realizar la cata con información o a ciegas, ya que para todos los productos se obtuvieron sumas de rangos similares (diferencias no significativas entre ellas).

Si se observan los resultados de las respuestas a la intención de compra del producto más valorado en el test de ranking, sí que es posible observar algunas diferencias en cuanto a la puntuación de cada zumo.

Tabla 5: Resultados de la intención de compra.

	Modalidad	DETOX	ANTIOX	ENERGIA	LIGHT
Intención media de compra	A	5,7	7	6,7	5,9
	B	7,2	7,1	6,9	5,9

A vista de los resultados, la hipótesis de partida – que la percepción de la etiqueta incrementa el interés del consumidor por el producto – solo se cumple para el zumo DETOX.

5.2- Test 2. Estimación del umbral de rechazo por consumidores

Para evaluar si existían factores sensoriales que pudieran actuar como limitantes de la calidad del producto se realizó un test de umbral de rechazo. Este test compara la preferencia de una muestra control (en nuestro caso el zumo recién abierto), con una muestra que ha sufrido algún tipo de modificación con respecto al control (en este caso días de apertura del zumo en refrigeración).

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

5.2.1- Análisis sensorial

En la **tabla 6** se presenta el número de respuestas acertadas para cada serie, considerando aciertos la elección de la muestra control (botella recién abierta) como zumo preferido por parte del juez. La técnica de estimación del umbral de rechazo ha sido aplicada con anterioridad para evaluar diversos factores limitantes de la calidad de producto, especialmente en vinos con problemas sensoriales derivados de la presencia excesiva de moléculas de aromas desagradables (Blackman, Saliba, y Schmidtke, 2010; Campo, Saenz-Navajas, Cacho, y Ferreira, 2012; Prescott, Norris, Kunst, y Kim, 2005; Yoo, Saliba, Prenzler, y Ryan, 2012).

Tabla 6: *Numero de aciertos computados en el test de comparación por pares (n=40).*

Serie (tiempo)	Aciertos
SERIE 1 (T0)	18
SERIE 2 (T7)	20
SERIE 3 (T14)	17
SERIE 4 (T21)	19
SERIE 5 (T28)	20
SERIE 6 (T35)	26

Se observa que el número de aciertos se encuentra alrededor del 50% ($n \approx 20$) en las series 1 a 5. Esto quiere decir que los jueces no mostraron clara preferencia por el zumo control (recién abierto) frente al zumo abierto hasta un total de 28 días. Por el contrario, cuando el zumo lleva abierto 35 días se observa un salto cualitativo, siendo 26 jueces (de un total de 40), los que prefieren el zumo control, lo que representa el 65% de los consumidores encuestados.

Con el fin de facilitar la lectura de los resultados, los datos de la tabla se representan en la **figura 17**. En el eje de abscisas se presentan los puntos de muestreo (en días) y en el eje de ordenadas, el número de personas que prefirieron la muestra control para cada serie.

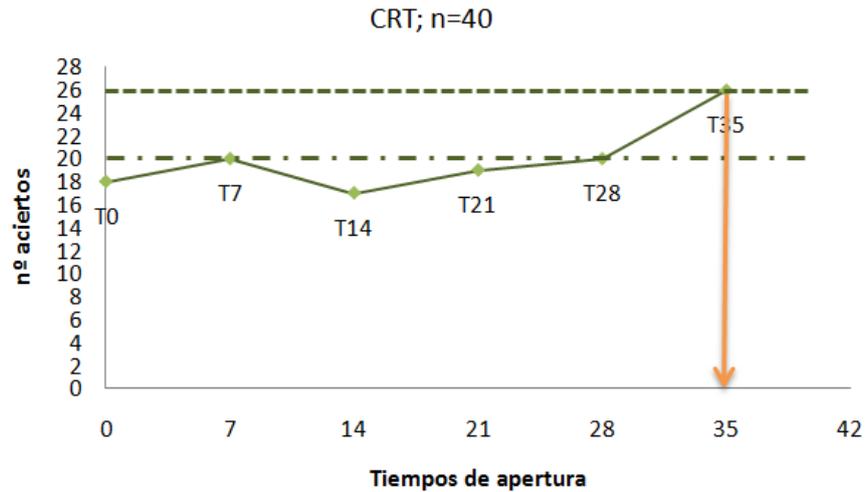


Figura 17: Grafico de umbral de rechazo.

En la **tabla 7** se indica el número de aciertos necesario para poder afirmar que existen diferencias significativas entre el zumo control y T_n , partiendo de que hubo un total de 40 jueces y tomando un nivel de probabilidad de error del 0,05.

Tabla 7: Número mínimo de aciertos para afirmar la diferencia entre muestras.

Paired difference and duo-trio tests			Triangle test		
Number of trials (n)	Probability levels		Number of trails (n)	Probability levels	
	0.05	0.01		0.05	0.01
7	7	7	5	4	5
8	7	8	6	5	6
9	8	9	7	5	6
10	9	10	8	6	7
11	9	10	9	6	7
12	10	11	10	7	8
13	10	12	11	7	8
14	11	12	12	8	9
15	12	13	13	8	9
16	12	14	14	9	10
17	13	14	15	9	10
18	13	15	16	9	11
19	14	15	17	10	11
20	15	16	18	10	12
21	15	17	19	11	12
22	16	17	20	11	13
23	16	18	21	12	13
24	17	19	22	12	14
25	18	19	23	12	14
26	18	20	24	13	15
27	19	20	25	13	15
28	19	21	26	14	15
29	20	22	27	14	16
30	20	22	28	15	16
31	21	23	29	15	17
32	22	24	30	15	17
33	22	24	31	16	18
34	23	25	32	16	18
35	23	25	33	17	18
36	24	26	34	17	19
37	24	26	35	17	19
38	25	27	36	18	20
39	26	28	37	18	20
40	26	28	38	19	21
41	27	29	39	19	21
42	27	29	40	19	21
43	28	30	41	20	22

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

De este modo se puede afirmar que la muestra T35 es significativamente menos apreciada por los consumidores frente a un zumo recién abierto, y por tanto concluir que existe un factor sensorial limitante en la vida útil de este zumo.

Tabla 8: Resultados del perfil sensorial.

	Aspecto visual	Sabor piña*	Sabor pera	Sabor ácido	Sabor dulce	Sabor amargo	Astringencia	Int.post-gusto	Viscosidad	Homogeneidad
T0	7,0	9,0	4,0	5,0	3,7	2,0	1,0	5,5	2,0	7,5
T21	6,6	7,8	4	4,7	4,5	2,1	2,2	5,2	2,2	7,2
T35	6,8	6,5	4	4,9	4,1	2,1	1,6	5,4	2,1	7,4

En cuanto al perfil sensorial se computaron todas las puntuaciones de cada atributo y se calculó la media (**tabla 8**) para cada atributo y cada muestra. Con el fin de realizar una representación gráfica de los resultados, se eligieron 3 tiempos (T0, T21, T35) para la elaboración del gráfico de araña (**figura 18**).

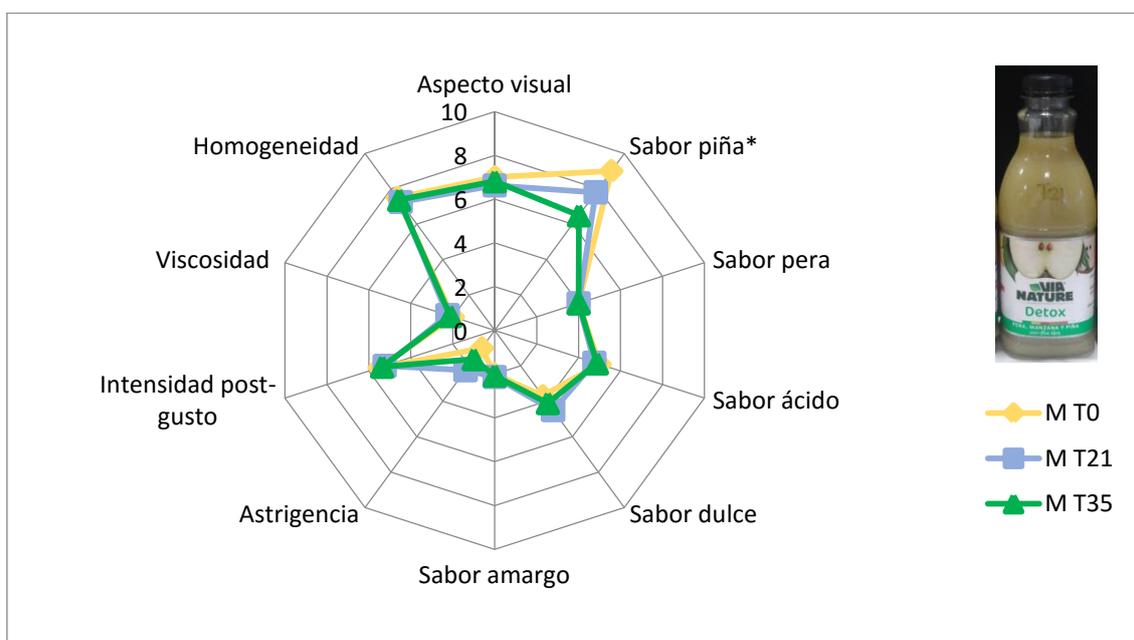


Figura 18: Gráfico de araña.

Como se observa en el gráfico los atributos que tienen mayor intensidad en el zumo son el sabor a piña, la intensidad post-gusto y la homogeneidad (alrededor de 8). Por otro lado, los sabores a pera, ácidos, dulce y amargo, tienen puntuaciones más bajas (alrededor de 4) y la astringencia y viscosidad tienen puntuaciones muy bajas, casi inapreciables en el zumo. En general el aspecto visual fue bueno en todos los casos.

Realmente no existen grandes diferencias entre las muestras con respecto a la mayoría de atributos. Sin embargo, la intensidad del sabor a piña sí se vio significativamente

disminuido con el paso del tiempo, pasando de intensidades cercanas a 10 (el máximo), a alrededor de 6 (pérdida del 40%).

En vista a estos resultados, se puede inferir que el descenso gradual de la intensidad del sabor a piña como consecuencia del tiempo de apertura, sea el responsable del rechazo del zumo por parte de los consumidores cuando éste lleva 35 días abierto en refrigeración.

5.2.2- Análisis microbiológicos

En cuanto a los recuentos microbianos, no hubo crecimiento de colonias de ninguno de los microorganismos inoculados: aerobios mesófilos, psicrótrofos y mohos y levaduras, expresándose por tanto el resultado como una concentración $< 10^2$ UFC/mL para todos los grupos investigados. Lo que indica que los zumos DETOX son microbiológicamente estables cuando se almacenan a temperaturas de refrigeración (4 -6°C).

5.2.3- Análisis físico-químicos

Las muestras de zumo analizadas presentaron un pH alrededor de 3.65 y una cantidad de Sólidos Solubles Totales (SST) media de 12.8° Brix. En paralelo se determinó la capacidad antioxidante mediante dos métodos (DPPH y FRAP), la cantidad de vitamina C, la acidez titulable, la concentración de compuestos fenólicos totales y flavonoides totales y el color.

5.2.3.1- Cuantificación de la capacidad antioxidante DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

En la **figura 19** se representa la capacidad antioxidante para secuestrar el radical libre DPPH de cada muestra. Se observan muy pocas diferencias de concentración con el paso del tiempo, ya que todas se encuentran entre 15 y 20 mg/L de DPPH.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

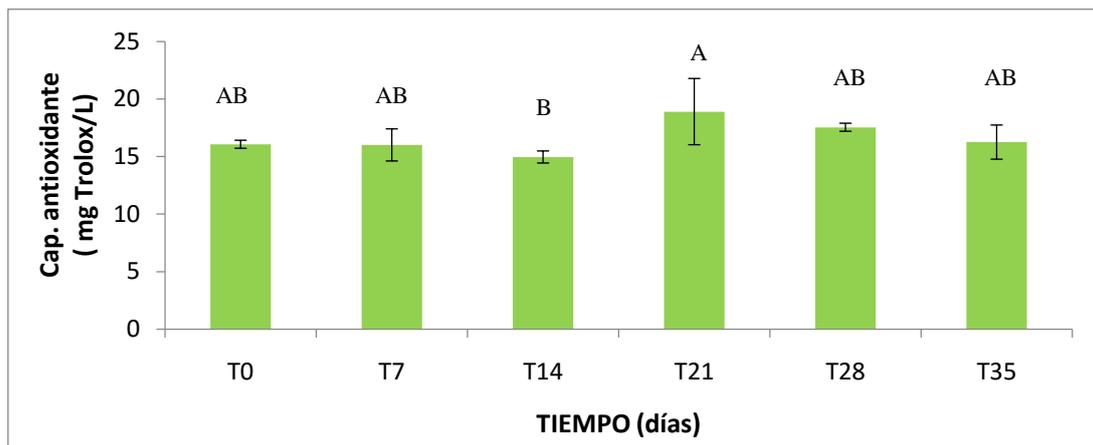


Figura 19: Representación gráfica de las concentraciones de DPPH. Los valores se presentan como media \pm desviación estándar.

*Los resultados se presentan como la media \pm desviación estándar (SD). Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre las muestras.

Mientras que las concentraciones obtenidas de los zumos (12.9-13.7mg Trolox /L) se asemejan con las halladas en la pulpa de mango (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, y Fett, 2005), estas cantidades son bastante altas si se comparan con la pulpa de piña, que tiene alrededor de 0.5-0.6 mg Trolox/L.

5.2.3.2- Determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP (Poder Antioxidante de Reducción Férrica)

Los resultados obtenidos se representan gráficamente en la **figura 20**. El caso es muy similar al análisis anterior, pues en las muestras analizadas no se observan grandes diferencias a medida que transcurre el tiempo (concentraciones alrededor de 165-170 mg Trolox/L de FRAP). Por lo que una vez abierto el zumo mantiene su capacidad antioxidante aún pasados 35 días abiertos en refrigeración.

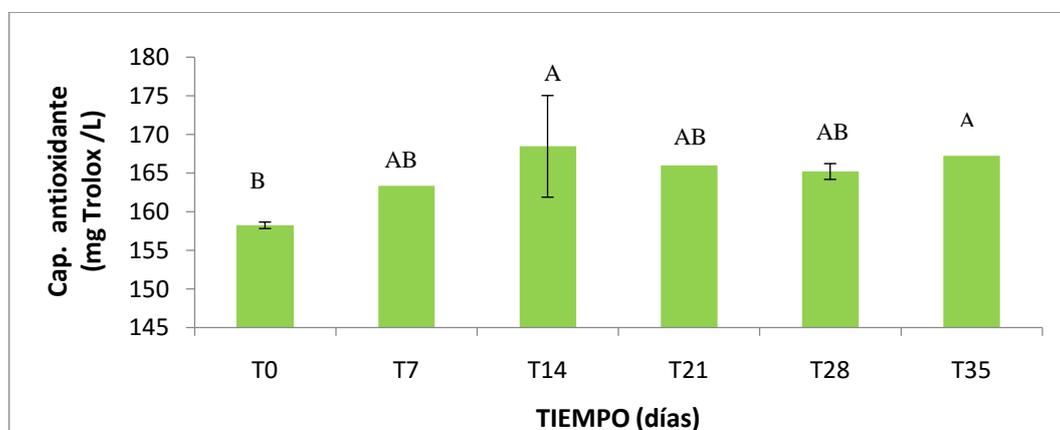


Figura 20: Representación gráfica de las concentraciones de FRAP.

*Los resultados se presentan como la media \pm (SD). Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre las muestras.

Estas concentraciones son relativamente altas si se comparan con zumos concentrados de uva (75 mg Trolox/L), de frambuesa (90mg Trolox/L) o de zarzamora (20mg Trolox/L),sin embargo el zumo de grosellas tiene concentraciones más altas (275mg Trolox/L) (Alonso, Periago, Guevara, y Cantos, 2002).

5.2.3.3- Cuantificación de vitamina C

Como se muestra en la **figura 21**, sí que existen diferencias significativas entre las muestras con respecto a la concentración de vitamina C, ya que sufre una disminución con el paso del tiempo de almacenamiento. Se observa que el zumo recién abierto presenta una concentración de 0,28 mg ácido ascórbico/mL y el zumo que llevaba 35 días abierto en refrigeración tiene 0,13, lo que supone una pérdida de alrededor del 50%.

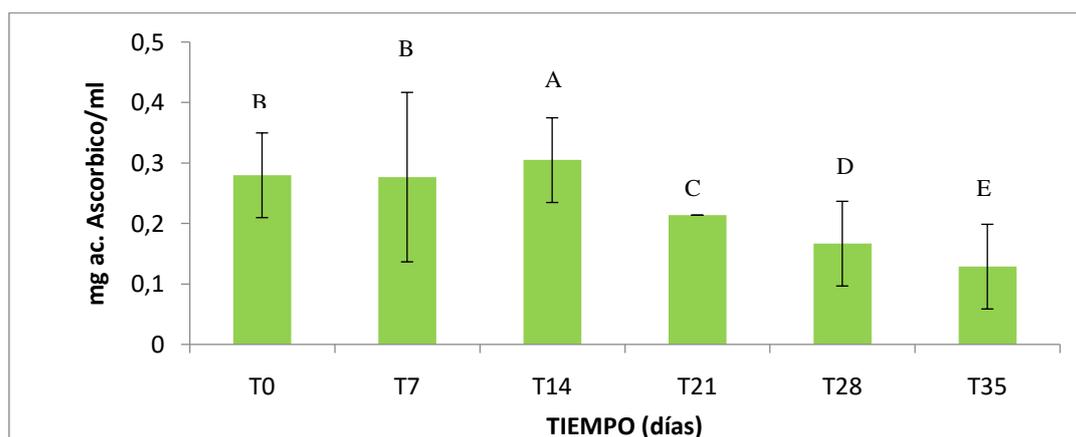


Figura 21: Representación gráfica de las concentraciones de ácido ascórbico.

*Los resultados se presentan como la media \pm desviación estándar (SD). Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre las muestras.

Si comparamos estos datos con la vitamina que tiene un zumo de naranja, la cantidad de ácido ascórbico es muy similar a la del zumo DETOX. El zumo de naranja tiene una cantidad de entre 0.28-0.48 mg de ácido ascórbico/mL de zumo (Cano y Arnao, 2004), y el zumo analizado presenta unas concentraciones de 0.3 mg/mL durante los primeros 14 días abierto, y posteriormente desciende hasta 0.15mg ácido ascórbico/mL.

5.2.3.4- Determinación de la acidez titulable

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

La acidez del zumo DETOX, no muestra grandes variaciones a lo largo de los 35 días del almacenamiento. Sí que puede destacarse que al principio la muestra presenta es algo menos ácida que al cabo de los 35 días abierta.

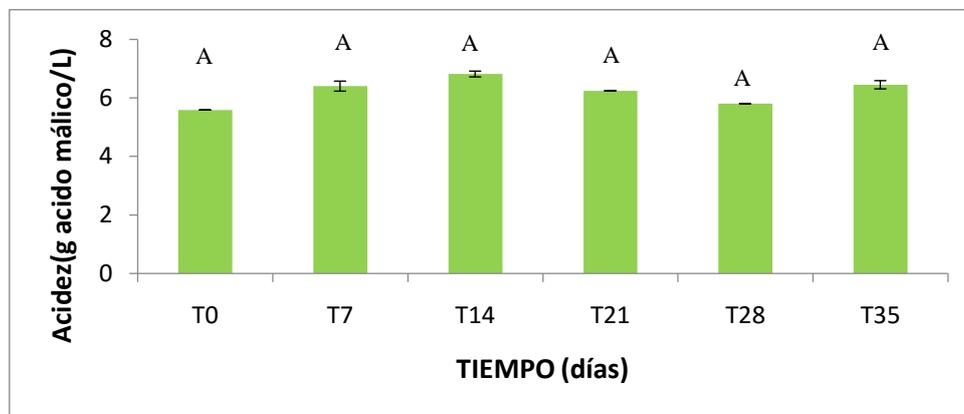


Figura 22: Representación gráfica del g/L de acidez

*Los resultados se presentan como la media \pm desviación estándar (SD).

5.2.3.5-Cuantificación de compuestos fenólicos totales

En cuanto a los compuesto fenólicos, tampoco se aprecian diferencias significativas entre las muestras, como se ve en la **figura 22**. Todas las concentraciones oscilan entre los 750 y 1000 mg/L.

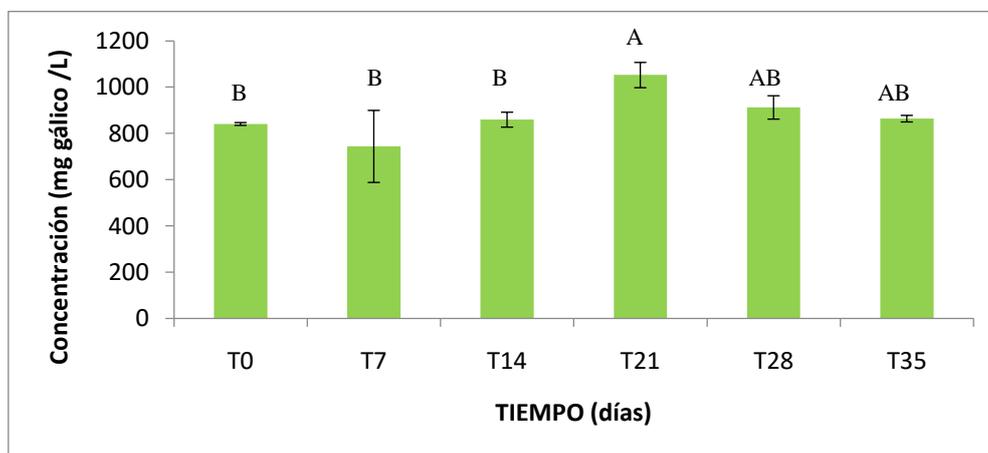


Figura 23: Representación gráfica de las concentraciones de fenoles.

*Los resultados se presentan como la media \pm desviación estándar (SD). Letras diferentes indican diferencia significativa al 95% entre las muestras.

5.2.3.6- Cuantificación de flavonoides

La representación gráfica de las concentraciones de flavonoides se muestra en la **figura 24**, se observan pocas diferencias entre las muestras. Sí que hay un pequeño aumento en

las muestras que llevan más tiempo abiertas, frente a la control (recién abierta; T0), pasando de 300 a 350 mg/L.

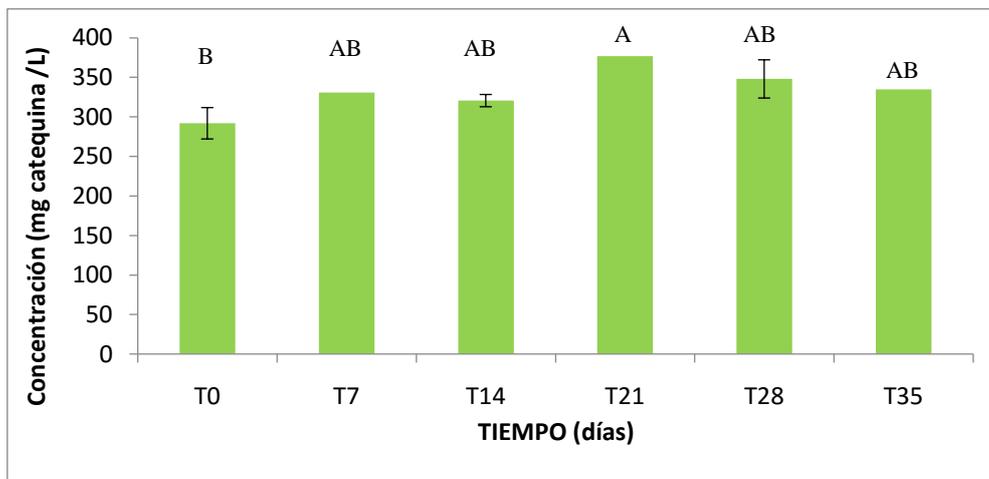


Figura 24: Representación gráfica de las concentraciones de flavonoides.

*Los resultados se presentan como la media \pm desviación estándar (SD). Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre las muestras.

5.2.3.8- Determinación colorimétrica mediante análisis digital de imagen

Los resultados obtenidos del color de las muestras se presentan en la **tabla 9**. Los valores son muy semejantes y casi no existen diferencias entre las muestras, con una pequeña variación en la muestra T35 (abierta durante 35 días en refrigeración), donde los valores de las tres coordenadas fueron un poco más altos que para el resto de las muestras.

Tabla 9: Resultados de las coordenadas CIELAB y la diferencia de color (AE).

	L*	a*	b*	AE
T0	51,922 \pm 0,115	1,713 \pm 0,013	21,317 \pm 0,064	
T7	52,067 \pm 0,269	1,643 \pm 0,013	21,542 \pm 0,216	0,277
T14	52,687 \pm 0,596	1,612 \pm 0,2	21,663 \pm 1,021	0,845
T21	53,074 \pm 0,072	1,716 \pm 0,018	22,272 \pm 0,007	1,496
T28	53,138 \pm 0,190	1,705 \pm 0,03	22,303 \pm 0,178	1,565
T35	51,790 \pm 0,1	2,692 \pm 0,008	23,513 \pm 0,064	2,408

La luminosidad (L*) se encuentra en valores medios, el valor de a* como era de esperar tenía que estar próximo a los valores negativos, que son los colores verdosos, mientras que los valores de b* son mayores porque se aproximan más a las tonalidades amarillentas.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

Las diferencias de color entre la muestra control (recién abierta) y el resto de tiempos, no son apreciables por el ojo humano. Sí que es destacable que a medida que aumenta el tiempo de apertura de un zumo, aumenta AE (diferencia de color entre muestras), por ejemplo para la muestra T35 el valor es mucho más próximo a 3 (2,408) que para la muestra T7 que tenía un valor de 0,277.

Finalmente, todos los resultados obtenidos del análisis físico-químico de los distintos parámetros de calidad de los zumos, permiten concluir que se trata de un producto altamente estable a lo largo de toda su vida útil conservado en condiciones de refrigeración.

6- CONCLUSIONES

- El test de ordenamiento o ranking utilizado en este trabajo es una herramienta muy útil para estimar las diferencias en la preferencia por un grupo de catadores ya que cumple dos premisas: facilidad de puesta a punto y sencillez en el tratamiento de datos y obtención de conclusiones. Por este motivo, es un test altamente recomendado para el monitoreo rápido de la calidad percibida de alimentos, por ejemplo en centrales hortofrutícolas u otras industrias.
- Visualizar el reclamo publicitario presente en la etiqueta del zumo DETOX, así como su aspecto general (color verde) fue capaz de incrementar la intención de compra del consumidor de ese producto. Esto puede ser debido a la sensación de producto “sano” asociado al color del mismo, así como a la condición “purificante” sugerida por el título “DETOX”.
- El test de umbral de rechazo con consumidores ha permitido estimar que existe un factor sensorial limitante en el zumo DETOX tras 35 días de refrigeración (abierto). Dicho rechazo es probablemente debido a la pérdida de intensidad de sabor a piña reflejado por el panel de catadores entrenados.
- Los parámetros físico-químicos y microbiológicos no se vieron afectados por la apertura, por lo que se puede concluir que es un zumo con una larga vida útil y muy estable en cuanto a su capacidad antioxidante, a su pH, a su acidez, a sus °Brix, a su color y a su cantidad de fenoles y flavonoides.
- A la vista de los resultados, convendría quizás haber realizado los mismos puntos de muestreo, pero espaciando éstos al inicio del mismo (por ejemplo de T0 a T10), y ampliando puntos por encima de T35. No obstante, en una situación real de consumo no es habitual mantener un zumo abierto en refrigeración más allá de 35 días.

CONCLUSIONS

- The sensory ranking test used in this study is a reliable tool to estimate the differences in preferences within a group of consumer tasters, as it accomplish two major premises: the easiness of the procedure and simplicity in data processing and drawing conclusions. For this reason, it is a highly recommended test for rapid monitoring of perceived quality of food in different food industries such as fruit and vegetable plants.
- The fact of allowing the consumer to visualize the advertising claim on the label of the DETOX juice and its general appearance increased the willingness to buy by consumers. This may be due to its perception as a “healthy” product probably due to the green colour and the "purifying" message suggested by the statement "DETOX" printed on the label.
- Consumer rejection threshold test enabled the estimation of a sensory limiting factor for the juice after 35 days of shelf-life in refrigerated conditions. Such rejection likely occurs due to the fading of pineapple flavour detected by the trained panel.
- Colour, total phenolic content, sugar content and antioxidant activity as well as the microbiological parameters were not affected by storage time. This means that this juice is very stable from physic-chemical and safety viewpoints.
- Results show that the experimental desing could have followed a different patter of testing days, including less days at the beginning and more days at the end of the shelf-life. Nevertheless, in a real situation it is unusual to preserve an open juice beyond 35 days.

7- APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE

Realizar este trabajo de fin de grado en el Laboratorio de Alimentos de Origen Vegetal me ha proporcionado, en primer lugar, una visión más general y completa de lo que implica el control de calidad integral de un alimento. En concreto, me ha hecho mucho más consciente de la necesidad de aplicar test sensoriales como complemento imprescindible a los clásicos análisis físico-químicos y/o microbiológicos aplicados de manera rutinaria en el laboratorio. Quizás debido al relativamente bajo número de horas lectivas dedicadas al análisis sensorial durante el grado, no era consciente de la herramienta tan útil que el análisis sensorial representa, así como de las múltiples aplicaciones en la industria agroalimentaria.

Además, este trabajo me ha proporcionado una serie de destrezas y herramientas de trabajo en concreto:

- Capacidad de realizar y planificar la propuesta científica que posteriormente he llevado a cabo: a partir de una primera entrevista con mis mentoras, y de mi interés por el análisis sensorial, diseñamos un proyecto que encajara dentro de las líneas actuales del grupo de investigación y mis propias inquietudes de aprendizaje.
- Organización y planificación: he aprendido a realizar un plan de trabajo a unos meses vista, programar las sesiones de análisis en el marco de las circunstancias del laboratorio y mis mentores, así como realizar la mayoría de las actividades de manera autónoma.
- Aplicación de los conocimientos teóricos aprendidos durante el grado a situaciones experimentales reales: lo aprendido durante el grado me ha permitido, sobretodo, saber en qué fuentes bibliográficas buscar la información necesaria para poner en marcha mi trabajo.
- Elaboración del informe científico: desde el inicio mis mentoras insistieron en la importancia de elaborar un buen informe de resultados, para lo que era necesario leer diversas fuentes bibliográficas, así como llevar un cuaderno de laboratorio muy detallado. Esta forma de trabajo ha sido muy satisfactoria y la aplicaré en el futuro.
- Organización de sesiones de cata con paneles de consumidores: aunque pueda parecer algo sencillo, trabajar con paneles de catadores implica tener una gran capacidad de organización y planificación, para que todo esté listo el día de las

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

mediciones. En paralelo, he organizado los días de análisis físico-químicos de acuerdo a un calendario compatible con mis clases en el grado.

- Interpretación de los resultados obtenidos: esto requiere capacidad de análisis y comprensión de lo realizado, relacionando los diversos análisis siendo capaz de obtener una visión general de lo trabajado.
- Capacidad de resolver problemas concretos que ocurren en el día a día de un laboratorio, y de tomar ciertas decisiones en situaciones reales gracias a la formación recibida durante el grado y la supervisión de mis mentores.

8- BIBLIOGRAFIA

- Alonso, J. G., Periago, M. J., Guevara, M. L. V., & Cantos, E. (2002). Evaluación de las propiedades antioxidantes en concentrados de uva y frutas rojas. In *Anales de Veterinaria de Murcia*, vol. 18 (pp. 103-114).
- Blackman, J., Saliba, A., & Schmidtke, L. (2010). Sweetness acceptance of novices, experienced consumers and winemakers in Hunter Valley Semillon wines. *Food Quality and Preference*, 21(7), 679-683.
- Campo, E., Saenz-Navajas, M. P., Cacho, J., & Ferreira, V. (2012). Consumer rejection threshold of ethyl phenylacetate and phenylacetic acid, compounds responsible for the sweet-like off odour in wines made from sour rotten grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18(3), 280-286.
- Cano, A., & Arnao, M. B. (2004). Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina C de zumos de naranja comerciales: relación con sus características organolépticas. *CYTA-Journal of Food*, 4(3), 185-189.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., Aguilera, M. A., & Hasdell, T. A. (2002). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos: Acribia.
- Griffin, S. P., & Bhagooli, R. (2004). Measuring antioxidant potential in corals using the FRAP assay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302(2), 201-211.
- Hubbard, E. M., Jervis, S. M., & Drake, M. A. (2016). The effect of extrinsic attributes on liking of cottage cheese. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 183-193.
- Iacopini, P., Camangi, F., Stefani, A., & Sebastiani, L. (2010). Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus x domestica* Borkh. in a peroxynitrite-induced oxidative process. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(6), 518-524.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology (Campinas)*, 25(4), 726-732.
- Llorach, R., Tomas-Barberan, F. A., & Ferreres, F. (2004). Lettuce and chicory byproducts as a source of antioxidant phenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16), 5109-5116.
- Martinez, J. A., Melgosa, M., Perez, M. M., Hita, E., & Negueruela, A. I. (2001). Note. Visual and instrumental color evaluation in red wines. *Food Science and Technology International*, 7(5), 439-444.

Aplicación de test de consumidores para evaluar las preferencias de calidad organoléptica y establecer la vida útil sensorial de los alimentos: zumo de frutas como caso de estudio.

Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Parte 2: Recuento de colonias a 30 °C mediante la técnica de siembra en superficie. UNE-EN ISO 4833-2:2014.

Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms. ISO 17410:2001.

Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95. ISO 21527-1:2008.

Miklavec, K., Pravst, I., Grunert, K. G., Klopčič, M., & Pohar, J. (2015). The influence of health claims and nutritional composition on consumers' yoghurt preferences. *Food Quality and Preference*, 43, 26-33.

Orden de 29 de enero de 1988 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de zumos de frutas y otros vegetales y sus derivados. BOE nº 31 de 5 de febrero de 1988, páginas 3891 a 3901 (11 págs).

Prescott, J., Norris, L., Kunst, M., & Kim, S. (2005). Estimating a "consumer rejection threshold" for cork taint in white wine. *Food Quality and Preference*, 16(4), 345-349.

Sensory analysis – Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach. ISO 11035:1994.

Sensory analysis – Methodology – Ranking. ISO 8587:2006.

Sensory analysis – Methodology – Triangle test. ISO 4120:2004.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675.

Tillmans, J., & Hirsch, P. (1933). Vitamin C. *Naturwissenschaften*, 21, 314-315.

Valdes, R. M., & Roessler, E. B. (1956). Consumer survey on the dessert quality of canned apricots. *Food Technology*, 10(10), 481-486.

Yoo, Y. J., Saliba, A. J., Prenzler, P. D., & Ryan, D. (2012). Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Cross-Cultural Consumer Rejection Threshold in White and Red Wines Functionally Enhanced with Catechin-Rich Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1), 388-393.