

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



ESTUDIOS DE VIDA ÚTIL DE ZUMOS DE FRUTA ENVASADOS

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Curso Académico: 2015/2016

ALUMNA: Dña. Mónica Porcar Muñoz

TUTOR: D. Miguel Peris Tortajada

COTUTORA EXTERNA: Dña. Milagros Moreno Pelegero

Reserva de todos los derechos

VALENCIA, JULIO DE 2016

ESTUDIOS DE VIDA ÚTIL DE ZUMOS DE FRUTA ENVASADOS

SUMMARY

The Research & Development Department of a firm producing fruit juices and drinks has decided to validate the best before date of three recently released products, in order to check if it was correct or it could be extended. The aforementioned products are: Orange drink, pineapple drink, and soy & strawberry drink.

For this purpose, shelf life studies are carried out, different physicochemical and organoleptic parameters having been analyzed from the date of packaging up to six months later. At the end of the studies, we get the results of ten different storage times for each fruit drink.

The following physicochemical parameters are analyzed: dissolved oxygen, Brix degree, total acidity, pH, L-ascorbic acid and color (luminosity, a* and b* chromaticity coordinate and total color difference), and turbidity (absorbance at 625 nm).

As regards organoleptic parameters, aspect, color, smell, taste, general impression, and acceptance opinion are evaluated.

Shelf life studies began in August 2015 and ended in February 2016.

KEY WORDS

Shelf life, deaeration, dissolved oxygen, pH, Brix degree, temperature, total acidity, L-ascorbic acid, color, absorbance, sensory tests.

RESUMEN

Dentro del departamento de Investigación y Desarrollo de una empresa dedicada a la fabricación de zumos y bebidas de fruta se decide validar la fecha de consumo preferente de tres productos que han sido lanzados al mercado recientemente, para comprobar si la fecha que se fijó en su desarrollo es la adecuada o si por el contrario podría ampliarse. Estos productos son: Bebida de Naranja, Bebida de Piña y Bebida de Soja y Fresa.

Para efectuar dicha validación se realizan estudios de vida útil, en los que se analizan diversos parámetros fisicoquímicos y organolépticos desde la fecha de envasado de los

productos hasta pasado un tiempo de seis meses. Al final de los estudios, se poseen datos de un total de diez tiempos de almacenamiento diferentes de cada bebida de fruta.

Los parámetros fisicoquímicos que se analizan en cada producto son: oxígeno disuelto, grados Brix, acidez total, pH, ácido ascórbico, color (luminosidad, coordenada cromática a*, coordenada cromática b* y diferencia total de color) y turbidez (absorbancia a 625 nm).

Los parámetros organolépticos que se analizan en cada producto son: aspecto, color, olor, sabor, impresión general y nivel de aceptación.

Los estudios de vida útil comienzan en agosto de 2015 y finalizan en febrero de 2016.

PALABRAS CLAVE

Vida útil, desaireación, oxígeno disuelto, pH, grado Brix, temperatura, acidez total, ácido L-ascórbico, color, absorbancia, tests sensoriales.

Alumna: Dña. Mónica Porcar Muñoz

Valencia, julio de 2016

Tutor académico: Prof. D. Miguel Peris Tortajada

Cotutora externa: Dña. Milagros Moreno Pelegero

A mis padres, por guiarme a lo largo de mi vida.

A Víctor, por darme todo su apoyo y ayudarme a sacar lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dar las gracias a todas las personas que han hecho que este trabajo haya sido posible:

En primer lugar a Mayte, por darme la oportunidad de realizar este Trabajo Final de Grado en su empresa; a todos mis compañeros de laboratorio, en especial a los del departamento de Investigación y Desarrollo, porque todos ellos me han enseñado y me han ayudado a crecer como profesional; a Juanjo, una fuente inagotable de conocimiento con quien cada día aprendo algo nuevo; y a Mila, por ser mi tutora tanto en mis prácticas de empresa como en este Trabajo Final de Grado.

Y por último a Miguel: gracias por facilitarme tanto las cosas, por tus palabras y consejos, y por encima de todo, por ser como eres. Este trabajo no habría sido lo mismo sin ti.

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- CONCEPTO DE VIDA ÚTIL	2
1.1.1.- Vida útil sanitaria	2
1.1.2.- Vida útil sensorial	2
1.2.- PRODUCTOS OBJETO DE ESTUDIO	3
1.2.1.- Bebida de Naranja	3
1.2.2.- Bebida de Piña	4
1.2.3.- Bebida de Soja y Fresa	4
2. OBJETIVOS	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1.- ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	8
3.1.1.- Oxígeno Disuelto	8
3.1.1.1.- Proceso de desaireación	8
3.1.1.2.- Método de medida	9
3.1.2.- °Brix	10
3.1.3.- Acidez total	11
3.1.4.- pH	11
3.1.5.- Ácido L-ascórbico	12
3.1.5.1.- Disolución mezcla ácida	12
3.1.5.2.- Disolución estándar de ácido L-ascórbico	12
3.1.5.3.- Disolución estándar de yodo	13
3.1.5.4.- Medida del ácido L-ascórbico	13
3.1.6.- Color	14
3.1.7.- Turbidez	14
3.2.- ANÁLISIS SENSORIAL	15
3.2.1.- Cualificaciones de los catadores	15
3.2.2.- Requisitos de la sala de catas	15
3.2.3.- Preparación de las muestras	15
3.2.4.- Procedimiento de determinación	15
3.2.5.- Tratamiento de los datos obtenidos	16
3.2.5.1.- Examen de calidad sensorial	16
3.2.5.1.- Examen de aceptación	17

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	18
4.1.- BEBIDA DE NARANJA	19
4.1.1.- Análisis fisicoquímico	19
<u>4.1.1.1.- Oxígeno Disuelto</u>	19
<u>4.1.1.2.- Grados Brix, acidez total, y pH</u>	20
<u>4.1.1.3.- Ácido L-ascórbico</u>	20
<u>4.1.1.4.- Color</u>	21
<u>4.1.1.5.- Turbidez</u>	22
4.1.2.- Análisis sensorial	23
<u>4.1.2.1.- Examen de calidad sensorial</u>	23
<u>4.1.2.2.- Examen de aceptación</u>	24
4.2.- BEBIDA DE PIÑA	25
4.2.1.- Análisis fisicoquímico	25
<u>4.2.1.1.- Oxígeno Disuelto</u>	25
<u>4.2.1.2.- Grados Brix, acidez total, y pH</u>	26
<u>4.2.1.3.- Ácido L-ascórbico</u>	26
<u>4.2.1.4.- Color</u>	27
<u>4.2.1.5.- Turbidez</u>	28
4.2.2.- Análisis sensorial	29
<u>4.2.2.1.- Examen de calidad sensorial</u>	29
<u>4.2.2.2.- Examen de aceptación</u>	30
4.3.- BEBIDA DE SOJA Y FRESA	31
4.3.1.- Análisis fisicoquímico	31
<u>4.3.1.1.- Oxígeno Disuelto</u>	31
<u>4.3.1.2.- Grados Brix, acidez total, y pH</u>	32
<u>4.3.1.3.- Color</u>	32
4.3.2.- Análisis sensorial	33
<u>4.3.2.1.- Examen de calidad sensorial</u>	33
<u>4.3.2.2.- Examen de aceptación</u>	34
5. CONCLUSIONES	36
5.1.- OXÍGENO DISUELTO, GRADOS BRIX, ACIDEZ TOTAL, pH, Y ÁCIDO L-ASCÓRBICO	37
5.2.- COLOR	37
5.3.- TURBIDEZ	37
5.4.- EXÁMENES ORGANOLÉPTICOS	38
5.5.- CONCLUSIÓN FINAL	38
6. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Relación de puntuaciones en el examen organoléptico.

Tabla 2.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Naranja.

Tabla 3.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Tabla 4.- Evolución de la concentración de ácido L-ascórbico a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Tabla 5.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Tabla 6.- Evolución de la turbidez a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Tabla 7.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Naranja con diferentes tiempos de almacenamiento.

Tabla 8.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Piña.

Tabla 9.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Tabla 10.- Evolución de la concentración de ácido L-ascórbico a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Tabla 11.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Tabla 12.- Evolución de la turbidez a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Tabla 13.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Piña con diferentes tiempos de almacenamiento.

Tabla 14.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Soja y Fresa.

Tabla 15.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Tabla 16.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Soja y Fresa.

Tabla 17.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Soja y Fresa con diferentes tiempos de almacenamiento.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Esquema de funcionamiento del desaireador.

Figura 2.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Naranja.

Figura 3.- Gráfico de la evolución de la concentración de ácido L-ascórbico en la Bebida de Naranja.

Figura 4.- Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Naranja.

Figura 5.- Gráfico de la evolución de la turbidez en la Bebida de Naranja.

Figura 6.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Naranja.

Figura 7.- Curva de rechazo de la Bebida de Naranja según la distribución de Weibull.

Figura 8.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Piña.

Figura 9.- Gráfico de la evolución de la concentración de ácido L-ascórbico en la Bebida de Piña.

Figura 10.- Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Piña.

Figura 11.- Gráfico de la evolución de la turbidez en la Bebida de Piña.

Figura 12.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Piña.

Figura 13.- Curva de rechazo de la Bebida de Piña según la distribución de Weibull.

Figura 14.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Soja y Fresa.

Figura 15.- Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Soja y Fresa.

Figura 16.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Soja y Fresa.

Figura 17.- Curva de rechazo de la Bebida de Soja y Fresa según la distribución de Weibull.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa donde se ha desarrollado el Trabajo Final de Grado se dedica a la fabricación de zumos, néctares, bebidas de fruta, gazpachos y horchatas. Inició su actividad en el año 2007 y desde entonces se encuentra en continuo crecimiento.

Este crecimiento se ha traducido, además de en un aumento de la producción, en la investigación, desarrollo y lanzamiento al mercado de nuevos productos a lo largo de los años.

Dentro del departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa se decide validar la fecha de consumo preferente de algunos productos que han sido lanzados al mercado recientemente, para comprobar si la fecha que se fijó en su desarrollo es la adecuada o si por el contrario podría ampliarse.

Para efectuar dicha validación se deben realizar estudios de vida útil.

1.1.- CONCEPTO DE VIDA ÚTIL

La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo durante el cual éste se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough y Wittig, 2005).

En el estudio de la vida útil de los alimentos es necesario tener en cuenta dos aspectos: la estabilidad microbiológica y fisicoquímica (vida útil sanitaria) y la vida útil sensorial.

1.1.1.- Vida útil sanitaria

Las propiedades físicas y químicas de los alimentos deben permanecer dentro de unos parámetros determinados a lo largo de toda la vida útil, para garantizar su aptitud para el consumo.

Una proliferación microbiana elevada o la presencia de algún compuesto químico tóxico generado durante un almacenamiento demasiado prolongado, puede causar la intoxicación del consumidor.

Es por ello por lo que se van a controlar diversos parámetros fisicoquímicos a lo largo del tiempo.

1.1.2.- Vida útil sensorial

La evaluación sensorial es un factor clave para determinar la vida útil de los alimentos, ya que éstos pueden ser rechazados después de un tiempo determinado por presentar

cambios en sus propiedades sensoriales y sin embargo ser microbiológicamente seguros. Es por este motivo, por el que la vida útil sensorial no se refiere al deterioro del producto, sino al rechazo del consumidor.

Desde el punto de vista sensorial, la vida útil de los alimentos depende de la interacción del alimento con el consumidor: algunos consumidores aceptarán un producto almacenado un determinado tiempo y otros lo rechazarán.

Teniendo esto en cuenta, en estadística de supervivencia y con el fin de determinar el tiempo en el cual el consumidor rechaza el producto, se utilizará la función de rechazo $F(t)$, que se define como la probabilidad de que un individuo rechace un alimento antes del tiempo t (Klein y Moeschberger, 1997).

1.2.- PRODUCTOS OBJETO DE ESTUDIO

Los productos que van a formar parte de este estudio son tres bebidas refrescantes de fruta lanzadas al mercado recientemente: la Bebida de Piña, la Bebida de Naranja y la Bebida de Soja y Fresa.

Según el Real Decreto 650/2011, de 29 de mayo, “se entenderá por bebidas refrescantes las bebidas analcohólicas, carbonatadas o no, preparadas con agua de consumo humano, aguas preparadas, agua mineral natural o de manantial, que contengan uno o más de los siguientes ingredientes: anhídrido carbónico, azúcares, zumos, purés, disgregados de frutas y/o vegetales, extractos vegetales, vitaminas y minerales, aromas, aditivos autorizados u otros ingredientes alimenticios”.

1.2.1.- Bebida de Naranja

Se trata de una bebida a partir de zumo concentrado de naranja y mandarina. Su proporción de zumo es de un 20% (V/V), siendo sus demás ingredientes agua, azúcar, jarabe de glucosa y fructosa, sucralosa, estabilizantes (E-412, E-466, E-440, E-410), ácido cítrico, ácido ascórbico, colorante β -caroteno y aromas.

Su fecha de consumo preferente actual está fijada en 120 días después de la fecha de fabricación y envasado.

1.2.2.- Bebida de Piña

Es una bebida a partir de zumo concentrado de piña y manzana, cuya proporción es del 20% (V/V). Además contiene agua, azúcar, jarabe de glucosa y fructosa, sucralosa, estabilizante (E-466), ácido cítrico, ácido ascórbico, colorante β -caroteno y aromas.

Su fecha de consumo preferente actual está fijada en 120 días después de la fecha de fabricación y envasado.

1.2.3.- Bebida de Soja y Fresa

Esta bebida contiene un 50% (V/V) de zumo a partir de concentrado, formado en distintas proporciones por fresa, manzana, uva y plátano. Los demás ingredientes que contiene son semillas de soja, agua, azúcar, estabilizante (pectina), ácido cítrico, ácido ascórbico, colorante β -caroteno y aromas.

Su fecha de consumo preferente actual está fijada en 150 días después de la fecha de fabricación y envasado.

2. OBJETIVOS

El objetivo del siguiente estudio es determinar la vida útil, tanto fisicoquímica como organoléptica, de la Bebida de Naranja, la Bebida de Piña y la Bebida de Soja y Fresa.

Dicho estudio servirá para conocer el periodo de tiempo en el que cada producto se conserva apto para su consumo desde su fabricación y envasado, para de esta forma validar o modificar la fecha de consumo preferente fijada durante el desarrollo inicial de cada uno de ellos.

Para ello se van a analizar fisicoquímica y organolépticamente a lo largo del tiempo, comprobando hasta qué momento los valores se encuentran dentro de los límites considerados como aceptables.

Una vez establecida la vida útil se decidirá si se modifica la fecha de consumo preferente de cada producto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se va a estudiar la vida útil de la Bebida de Naranja, la Bebida de Piña y la Bebida de Soja y Fresa. Para ello, de cada una se han cogido diez envases de la línea de producción. Estos envases pertenecen, por tanto, al mismo lote de fabricación.

Inmediatamente después se han introducido en una cámara de 20°C, ya que se trata de productos que se conservan a temperatura ambiente hasta el momento de su consumo.

A lo largo del tiempo se han analizado muestras tanto fisicoquímica como sensorialmente, para así estudiar su envejecimiento.

3.1.- ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

En un envase escogido al azar del lote de envases que se encuentran en la cámara de 20°C, se analizan con una frecuencia aproximadamente quincenal los siguientes parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto, grados Brix, acidez total, pH, ácido L-ascórbico, color y turbidez.

3.1.1.- Oxígeno Disuelto

La cantidad de oxígeno que está disuelto en el zumo es importante en su conservación, ya que el ácido L-ascórbico se oxida con facilidad, produciendo pérdida de función vitamínica y pardeamiento no enzimático.

Además, la presencia de oxígeno hace que las bacterias aeróbicas que puedan sobrevivir a la pasteurización puedan reproducirse, causando el deterioro de las bebidas.

Por estos motivos, uno de los parámetros que va a controlarse durante la vida útil de los zumos va a ser la cantidad de oxígeno disuelto que poseen.

Es la primera vez que en el departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa se decide controlar este parámetro, por lo que se decide previamente a la medición en sí del oxígeno disuelto en el producto terminado, estudiar el proceso de desaireación para disponer de mayor información.

3.1.1.1.- Proceso de desaireación

La eliminación de oxígeno disuelto, o desaireación, se realiza antes de la pasteurización, ya que la presencia de aire durante el tratamiento actuaría como una resistencia térmica adicional, absorbiendo parte del calor y disminuyendo su eficacia.

El desaireador está formado por una cámara de vacío equipada con un condensador en la parte superior para retener los aromas.

El zumo (o bebida de fruta) entra en la cámara de desaireación mediante un plato difusor, para crear una ducha y conseguir aumentar el área superficial del zumo. Al tratarse de una cámara de vacío se produce una breve ebullición en el zumo por la que se elimina el gas disuelto. La presión de la cámara se ajusta para conseguir que la temperatura a la que entra el zumo sea la del punto de ebullición a esa presión.

Los vapores se eliminan por la parte de arriba del desaireador, pero antes pasan por el condensador que hace que los aromas que se hayan podido evaporar junto con el oxígeno, condensen y caigan por gravedad al producto inmediatamente para garantizar su calidad organoléptica.

El zumo ya desaireado cae al fondo de la cámara, por donde sale hacia la línea de proceso.

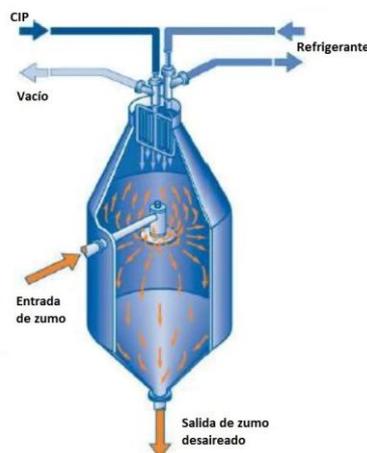


Figura 1.- Esquema de funcionamiento del desaireador.

Existe el inconveniente de que cuanto más pulpa tenga el zumo, más difícil será la desaireación, por lo que se ha fijado como valor máximo de contenido de oxígeno disuelto en producto envasado 3 ppm para zumos claros (sin fibras ni pulpas) y 5 ppm para productos con pulpa o fibras.

3.1.1.2.- Método de medida

Para la medición de oxígeno disuelto (OD) se utilizará un Medidor Óptico de OD.

El método de medida óptico que utiliza este sensor está basado en el fenómeno físico de la luminiscencia, que es la propiedad de algunos materiales de emitir luz cuando son excitados por un estímulo diferente al calor. Estos materiales se denominan luminóforos.

En este caso, el estímulo encargado de excitar al luminóforo es la luz. La intensidad de la luminiscencia y el tiempo que tarda en desvanecerse dependerán de la concentración de oxígeno que rodea al material.

El sensor tiene los siguientes componentes: una cápsula de un material transparente recubierta de luminóforo, un LED azul que emite la luz que activa la luminiscencia, un LED rojo que sirve de referencia, un fotodiodo y una unidad de evaluación electrónica.

La medición se efectúa de la siguiente manera: el LED de excitación transmite luz azul pulsada. El pulso de luz incide en el luminóforo, al que transfiere parte de su energía radiante. Esto hace que algunos de los electrones del luminóforo salten a un nivel energético superior. En un intervalo de microsegundos esos electrones retroceden a su nivel original pasando por varios niveles intermedios, y la diferencia de energía se emite en forma de luz roja.

Cuando las moléculas de oxígeno están en contacto con el luminóforo, se producen dos efectos:

Por una parte, las moléculas de oxígeno absorben la energía de los electrones del nivel superior y facilitan su regreso al nivel energético básico sin emitir luz. Por lo tanto cuanto mayor sea la concentración de oxígeno, menor será la intensidad de la luz roja emitida.

Por otro lado, las moléculas de oxígeno provocan choques en el luminóforo, lo que provoca que los electrones abandonen el nivel energético superior con mayor rapidez, reduciéndose entonces la duración de la luz roja emitida.

Como consecuencia, para determinar la concentración de oxígeno se evalúa tanto la intensidad de la luz roja emitida como su duración.

La forma de obtener la medida de OD en una muestra es la siguiente: se coloca el sensor dentro de la muestra de la cual se quiere obtener la medida, se pulsa el botón que inicia la medición y se espera a que el aparato informe del resultado final, que se expresa en miligramos de oxígeno por litro de disolución.

3.1.2.- °Brix

Los grados Brix miden el porcentaje en peso de los sólidos solubles presentes en las bebidas.

Para su determinación se usará un refractómetro digital con compensador de temperatura.

El valor se lee directamente del refractómetro al finalizar la medida y se expresa en gramos de sólidos solubles por 100 gramos de producto.

3.1.3.- Acidez total

Para conocer la acidez de las bebidas, se utiliza un valorador automático.

La valoración se realiza potenciométricamente con disolución de hidróxido sódico (NaOH) 0,1 N f = 0,9990 (estandarizada con hidrogenoftalato potásico), hasta pH 8,1.

A medida que se añade la disolución de hidróxido sódico a la disolución problema el pH aumenta hasta alcanzar el punto de equivalencia, momento en el que se da por finalizada la valoración. Durante el proceso de valoración el NaOH reacciona con el ácido, equivalente a equivalente. Al final de la valoración el número de equivalentes de NaOH añadidos será igual al número de equivalentes de ácido en la disolución problema.

Conociendo el volumen de NaOH consumido y su concentración, se halla el número de equivalentes de NaOH y, por tanto, el número de equivalentes de ácido presentes en la disolución valorada.

El resultado se expresa en % (m/m) (gramos de ácido cítrico en 100 g de muestra).

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se pesan entre 16 y 20 gramos de bebida en un vaso y se anota el peso.
- Se enrasa con agua destilada a 60 mL.
- Se coloca el vaso de muestra en el valorador y se introduce el peso de bebida que se ha depositado en el vaso.
- Se pulsa iniciar para comenzar la medición.
- Cuando el valorador acaba la medida, se lee el resultado.

3.1.4.- pH

El pH es una medida de la concentración molar del ión hidrógeno H⁺, siendo su valor:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

La escala de valores es logarítmica y varía entre 0 y 14. El valor del pH de una disolución neutra es de 7. Las disoluciones ácidas varían entre 0 y 7, mientras las disoluciones básicas varían entre 7 y 14.

En general se distinguen alimentos ácidos, cuyo pH es menor de 4,6, y alimentos poco ácidos, en los que el pH es mayor de 4,6 (CODEX ALIMENTARIUS, 1993).

Ya que los zumos y bebidas de fruta son alimentos ácidos, su pH debe ser menor de 4,6. Además, manteniendo este valor de pH se impide el crecimiento de gran parte de la flora mesófila termoresistente, consiguiendo así que los microorganismos que hayan sobrevivido a la pasteurización no se desarrollen.

Para conocer el pH se utiliza un pH-metro de sobremesa. Se introduce el electrodo dentro de una muestra de bebida, se pulsa inicio para comenzar la medición y finalmente se lee el resultado.

3.1.5.- Ácido L-ascórbico

La Bebida de Naranja y la Bebida de Piña, en su composición poseen Vitamina C. Ésta se oxida con facilidad, por lo que su concentración va a ir disminuyendo a lo largo del tiempo. Es de vital importancia estudiar su degradación, ya que es una característica nutricional que debe mantenerse por encima del límite mínimo indicado en el envase de ambos productos, que es 12 mg de Vitamina C en 100 mL de bebida.

La medida de la concentración de ácido L-ascórbico (Vitamina C) se realiza según la técnica volumétrica mediante valoración de oxidación - reducción en medio ácido.

Se utiliza como agente valorante una disolución de iodo, con engrudo de almidón como indicador.

A continuación se describe el método de preparación de los reactivos y disoluciones de valoración necesarias, así como su estandarización para luego efectuar la medida de la concentración de ácido L-ascórbico:

3.1.5.1.- Disolución mezcla ácida

- Se pesan 30 g de ácido metafosfórico en un erlenmeyer de 1000 mL.
- Se añaden 150 mL aproximadamente de agua destilada y 80 mL de ácido acético glacial.
- Se coloca el erlenmeyer en un agitador magnético para facilitar la disolución del ácido metafosfórico.
- Cuando está disuelto, se coloca la disolución en un matraz aforado de 1000 mL y se enrasa con agua destilada.

3.1.5.2.- Disolución estándar de ácido L-ascórbico

- Se pesan 50 mg de ácido L-ascórbico en un vaso de precipitado de 50 mL.
- Se disuelve el ácido L-ascórbico con un poco de la mezcla ácida y se traspara la disolución a un matraz aforado de 100 mL, enrasándolo con mezcla ácida.

3.1.5.3.- Disolución estándar de iodo

- Se pesan 3 g de iodo puro en perlas, 10 g de ioduro potásico y se colocan en un erlenmeyer de 1000 mL.

- Se añaden alrededor de 300 mL de agua destilada y se agita en el agitador magnético.
- Cuando está diluido se pone en un matraz aforado de 1000 mL y se enrasa con agua destilada.

Estandarización de la disolución de iodo:

- Se pipetea 10 mL de disolución estándar de ácido L-ascórbico en un erlenmeyer.
- Se añaden 10 mL de disolución mezcla ácida.
- Se añaden unas gotas de indicador de engrudo de almidón 1% (m/V).
- Se valora lentamente con la disolución de iodo, hasta que vire a color azul oscuro.
- Se leen los mL de disolución de iodo consumidos.
- Se repite el procedimiento 2 veces más y se hace una media aritmética con las tres lecturas para calcular el factor de estandarización.

Cálculo del Factor de iodo:

El factor de iodo es igual a los mg de ácido L-ascórbico contenidos en los 10 mL de la disolución estándar de ácido L-ascórbico multiplicado por 10, dividido entre la media de mL de disolución de iodo usados en la estandarización de la disolución de iodo, tal y como indica la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de iodo} = \frac{\text{mg de ácido ascórbico} \cdot 10}{\text{media mL de solución de iodo utilizados}}$$

5.1.5.4.- Medida del ácido L-ascórbico

- Se pipetea 10 mL de muestra en un vaso de precipitado de 50 mL.
- Se añaden 10 mL de mezcla ácida.
- Se añaden unas gotas de engrudo de almidón 1% (m/V).
- Se valora lentamente con la disolución de iodo hasta que vire a color azul.
- Se leen los mL de disolución de iodo consumidos en la valoración y se multiplican por el factor de iodo calculado en la estandarización de la disolución de iodo. De esta forma se obtienen los mg de ácido L-ascórbico contenidos en 100 mL de muestra (zumo o bebida de fruta).

3.1.6.- Color

El color ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de los alimentos. Indirectamente informa acerca del estado sanitario del producto y de las alteraciones provocadas por el deterioro.

En las bebidas de fruta, la alteración del color durante su almacenamiento se produce principalmente por la oxidación del ácido L-ascórbico a furfural desprendiéndose CO₂. Por tanto, el color de las bebidas va a ir cambiando a lo largo de su vida útil.

Para el estudio del color se utiliza el espacio uniforme de color Hunter Lab, que proporciona la luminosidad L* y las coordenadas cromáticas a* (rojo) y b* (amarillo) (Martínez-Navarrete, 2007)

Se va a medir el color de las bebidas a lo largo de su vida útil, comparándolo respecto a un color de referencia o estándar, que es el color que la empresa considera óptimo para ese producto. La diferencia total de color ΔE* máxima permitida respecto al estándar es de 5,0 y se calcula haciendo la raíz cuadrada de la diferencia entre el valor medido y el valor de referencia de la luminosidad al cuadrado, más la diferencia entre el valor medido y el valor de referencia de la coordenada a* al cuadrado, más la diferencia entre el valor medido y el valor de referencia de la coordenada b* al cuadrado, tal y como indica la siguiente ecuación:

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

Para medir la luminosidad y las coordenadas cromáticas se utiliza un colorímetro, sobre el cual se coloca un vaso especialmente diseñado para ello, con la muestra que se quiere analizar. Se pulsa inicio y posteriormente se lee el resultado.

3.1.7.- Turbidez

La turbidez es la falta de transparencia de los líquidos. En el caso de las bebidas de fruta la turbidez depende de los sólidos en suspensión que presenten.

La Bebida de Naranja y la Bebida de Piña poseen solamente un 20% (V/V) de zumo. Los estabilizantes tienen la misión de que los sólidos se mantengan en suspensión el mayor tiempo posible para que la fruta no se deposite en el fondo del envase. A pesar de ello, con el tiempo los estabilizantes pierden su eficacia haciendo que las bebidas clarifiquen, motivo por el cual cobra importancia estudiar la turbidez en estas dos bebidas.

Para controlar la turbidez se va a medir la absorbancia a 625 nm. Una absorbancia menor de 0,5 no es deseable e indicaría que la bebida de fruta ha clarificado en exceso.

El método a seguir es el siguiente:

- Se introducen 10 mL de bebida en un tubo de centrifuga.
- Se centrifuga a 1500 rpm durante 10 minutos.
- Se mide la absorbancia del sobrenadante a 625 nm en un espectrofotómetro.

3.2.- ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de los productos se lleva a cabo mediante exámenes organolépticos que siguen las pautas marcadas por la Federación Internacional de Productores de Zumos de Fruta.

3.2.1.- Cualificaciones de los catadores

Se deben utilizar catadores que conozcan el producto y que tengan habilidad en exámenes organolépticos, por lo que los catadores que realizan los exámenes son trabajadores del departamento de calidad de la empresa.

No deben comer, beber o fumar al menos desde una hora antes de realizar la cata, y no deben utilizar cosméticos ni perfumes.

Los catadores deben ser informados de la naturaleza y el objetivo del examen.

3.2.2.- Requisitos de la sala de catas

Debe ser una sala cercana a la zona de preparación de las muestras pero separada de ella. Tiene que ser tranquila para que los catadores puedan concentrarse en su trabajo sin interrupciones. Todos deben trabajar bajo las mismas condiciones pero de forma separada.

Los colores de las paredes y el mobiliario deben ser neutros, preferiblemente blanco.

3.2.3.- Preparación de las muestras

Hay que utilizar exactamente los mismos vasos y un volumen similar de bebida (no menos de 30 mL). La temperatura de la bebida debe ser uniforme, sobre 18°C.

3.2.4.- Procedimiento de determinación

Se realizan dos tipos de examen, uno de calidad sensorial y otro de aceptación. En ambos se presentan a los catadores muestras del mismo producto pero con diferentes tiempos de almacenamiento.

En el examen de calidad sensorial los catadores deben puntuar del 1 al 4 el aspecto, color, olor y sabor de cada muestra siguiendo las siguientes instrucciones:

Tabla 1.- Relación de puntuaciones en el examen organoléptico.

ASIGNACIÓN	4	3	2	1
ASPECTO	Turbidez característica	Poco turbio	Turbio insuficiente. Separación de fases ligera	Clarificado. Separación de fases clara
COLOR	Normal. Característico	Ligeramente oscurecido	Intensamente oscurecido	Con defecto mayor
OLOR	Excelente	Normal, sin defecto particular o muy débil (aceptable)	Defecto perceptible	Con defecto mayor
SABOR	Excelente	Normal, sin defecto particular o muy débil (aceptable)	Defecto perceptible	Con defecto mayor
IMPRESIÓN GENERAL	Producto Selecto. Excelente	Buena Calidad Comercial	Calidad Mejorable	No satisfactorio. Rechazable

En el examen de aceptación los catadores deben contestar con un sí o un no a la pregunta de si consumirían el producto en esas condiciones.

3.2.5.- Tratamiento de los datos obtenidos

3.2.5.1.- Examen de calidad sensorial

Una vez recogidas las puntuaciones que cada catador ha puesto a las diferentes características organolépticas (aspecto, color, olor, sabor e impresión general), se realiza la media de los datos de manera que cada muestra sólo tenga una puntuación para cada característica.

Posteriormente se suman los puntos concedidos en los cinco conceptos, pudiendo obtener de esta forma desde una puntuación total máxima de 20 puntos, hasta una mínima de 5. Como criterio de aceptación se considera una puntuación mayor de 15 puntos.

Finalmente se representa en una gráfica la puntuación total obtenida respecto a la vida en días del producto y se someten los datos a una regresión lineal. La bebida será rechazada a partir del tiempo en el cual la puntuación total sea inferior a 15. Este tiempo se hallará de forma gráfica.

3.2.5.1.- Examen de aceptación

Los datos de aceptación de las muestras se analizan mediante estadística de supervivencia.

En análisis de supervivencia, con la finalidad de determinar la vida útil de los alimentos y teniendo en cuenta que interesa conocer el tiempo en el cual el consumidor rechaza el producto, se utiliza la función de rechazo $F(t)$ que se define como la probabilidad de que un individuo rechace un alimento antes del tiempo t (Curia y col., 2005)

Para estimar la función de rechazo $F(t)$ se utiliza la distribución de Weibull:

$$F(t) = F_{sev} \left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma} \right)$$

donde $F_{sev}(\cdot)$ es la función de rechazo de la distribución del valor extremo W , $F_{sev}(W) = 1 - \exp(-e^W)$, y μ y σ son los parámetros del modelo.

Para estimar μ y σ a partir de los datos experimentales se utiliza un software especializado, en este caso el programa informático R. En él se introduce la matriz de datos, compuesta por el "sí" o el "no" que cada consumidor ha dado como respuesta a si consumiría el producto a diferentes tiempos de almacenamiento. En la matriz cada columna representa un tiempo de almacenamiento y cada fila un consumidor.

Una vez obtenidos los parámetros del modelo de Weibull, con ayuda de una hoja de cálculo se representa el gráfico de $F(t)$, que se denomina curva de rechazo e indica el porcentaje de consumidores que rechaza el producto en cada tiempo t .

El producto se considerará aceptable cuando sólo sea rechazado entre un 20% y un 30% de los consumidores.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.- BEBIDA DE NARANJA

A continuación se van a presentar los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y organolépticos de la Bebida de Naranja.

4.1.1.- Análisis fisicoquímico

4.1.1.1.- Oxígeno Disuelto

La solubilidad de los gases depende de la temperatura, por tanto se ha medido la concentración de oxígeno disuelto siempre a 20°C.

En primer lugar se debe comprobar que el producto recién envasado ha sido desaireado correctamente durante el proceso de producción.

La Bebida de Naranja es un producto sin fibras ni pulpas, por lo que se admite una concentración inicial máxima de oxígeno disuelto de 3 mg L⁻¹. Se ha medido el oxígeno disuelto inmediatamente después de haber sido envasado y su concentración ha sido de 0,42 mg L⁻¹, por tanto el proceso de desaireación se ha realizado correctamente.

Posteriormente se ha medido la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del tiempo tal y como muestran la Tabla 2 y la Figura 2.

Al principio se observa una disminución brusca, pasando en los primeros 18 días de una concentración de 0,42 mg L⁻¹ a prácticamente la mitad, 0,23 mg L⁻¹. En el día 29 ha bajado hasta 0,15 mg L⁻¹, disminuyendo lentamente a partir de este momento hasta quedar con un valor alrededor de 0,10 mg L⁻¹ que se mantiene prácticamente constante hasta el final del estudio.

Por tanto, la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Naranja a lo largo del tiempo presenta un comportamiento exponencial negativo.

Tabla 2.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Naranja.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	18	29	46	60	77	95	120	150	180
Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	0,42	0,23	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12	0,10	0,09	0,10

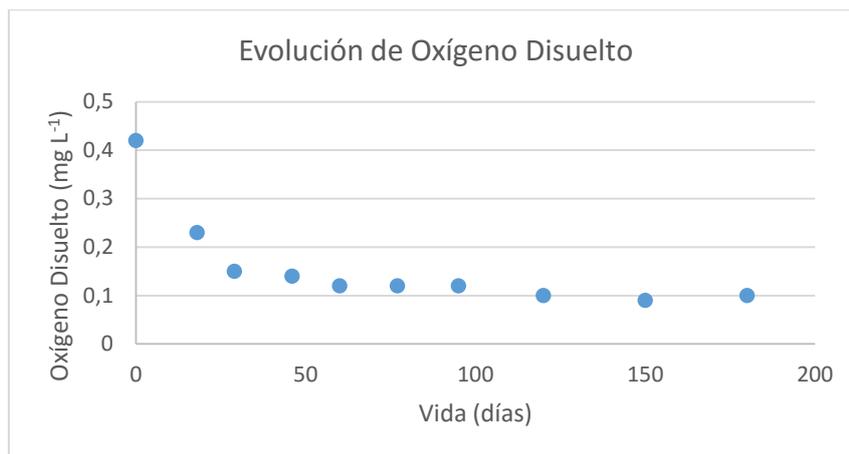


Figura 2.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Naranja.

4.1.1.2.- Grados Brix, acidez total y pH

Los valores iniciales de grados Brix, acidez total y pH deben mantenerse dentro de los límites establecidos a lo largo de toda la vida útil del producto.

En la Bebida de Naranja los límites –de acuerdo con las especificaciones internas de la empresa- son los siguientes: los grados Brix no deben ser menores de 7,30 ni mayores de 7,60; la acidez total debe encontrarse entre 0,56 % (m/m) y 0,60 % (m/m); el pH debe ser inferior a 4,60.

Tal y como se muestra en la Tabla 3, estos valores se mantienen dentro de los límites a lo largo de la vida útil de la bebida.

Tabla 3.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	18	29	46	60	77	95	120	150	180
°Brix	7,46	7,49	7,51	7,51	7,55	7,56	7,57	7,60	7,68	7,56
Acidez total % (m/m)	0,60	0,57	0,56	0,58	0,57	0,56	0,57	0,59	0,59	0,58
pH	2,88	2,91	2,91	2,89	2,96	2,86	2,96	2,94	2,95	2,89

4.1.1.3.- Ácido L-ascórbico

El ácido L-ascórbico (vitamina C) se oxida con facilidad al contacto con el aire, dado que $E^{\circ} (O_2/H_2O) \gg E^{\circ} (\text{ácido ascórbico}/\text{ácido dehidroascórbico})$; por ello su concentración va a ir disminuyendo a lo largo de la vida del producto. En el envase de la bebida se indica el contenido mínimo de vitamina C, que es 12 mg por cada 100 mL.

Se comprueba que este contenido mínimo se cumple a lo largo de la vida útil del producto, tal y como se muestra en la Tabla 4.

En la Figura 3 se representa la degradación de la Vitamina C.

Tabla 4.- Evolución de la concentración de ácido L-ascórbico a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	18	29	46	60	77	95	120	150	180
Vitamina C (mg 100mL ⁻¹)	31	25	25	24	22	21	19	19	16	14

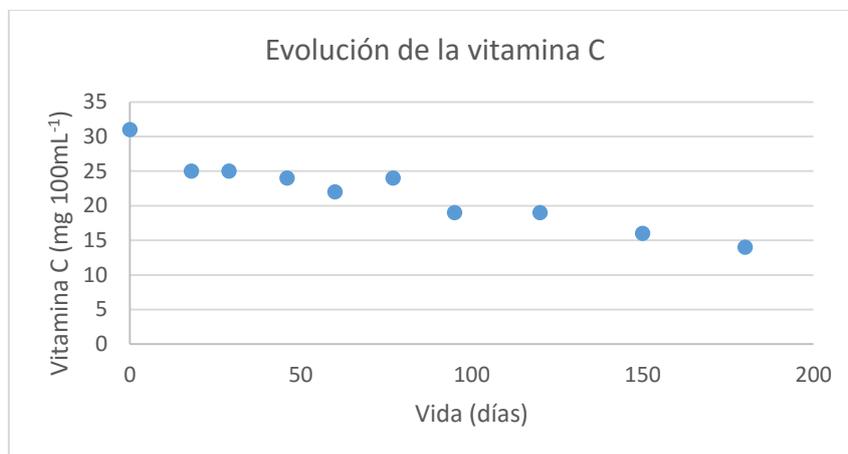


Figura 3.- Gráfico de la evolución de la concentración de ácido L-ascórbico en la Bebida de Naranja.

4.1.1.4.- Color

Se han medido las coordenadas cromáticas a^* y b^* , así como la luminosidad, L^* , a lo largo del tiempo.

Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 5. Éstos muestran cómo la luminosidad ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo, mientras a^* ha sufrido un aumento y b^* se ha mantenido casi constante. El aumento de a^* , que representa el color rojo, es debido a que en el transcurso del tiempo se ha producido un pardeamiento del producto debido a la oxidación de la Vitamina C.

La variación total de color se ha calculado respecto del color que se considera ideal para la Bebida de Naranja, cuya L^* tiene el valor de 51,89, a^* es 8,21 y b^* 64,23. Se comprueba que hasta los 180 días desde la fecha de fabricación no se supera la variación total de color máxima permitida, que es de 5,0.

En la Figura 4 se representa la evolución de la variación total de color.

Tabla 5.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	18	29	46	60	77	95	120	150	180
L^*	52,46	51,77	51,37	51,02	51,46	51,30	51,31	50,21	49,08	48,87
a^*	8,26	9,28	9,34	9,40	9,39	9,57	9,63	10,81	11,49	12,31
b^*	62,96	63,15	63,32	62,95	61,84	61,88	61,90	62,51	62,63	62,24
ΔE^*	1,39	1,53	1,54	1,95	2,70	2,78	2,79	3,54	4,61	5,47

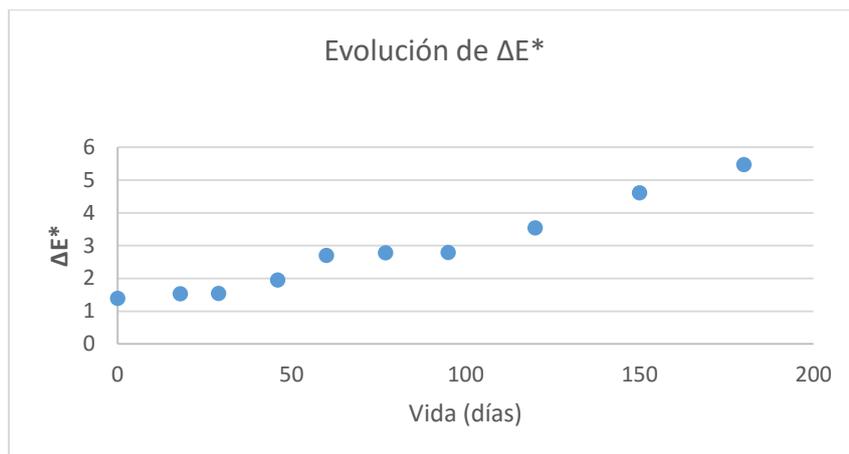


Figura 4.- Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Naranja.

4.1.1.5.- Turbidez

Tras centrifugar 10 mL de Bebida de Naranja a 1500 rpm durante 10 minutos se mide la absorbancia a 625 nm para estudiar su turbidez, obteniendo los valores expuestos en la Tabla 6.

La absorbancia ha ido disminuyendo con el tiempo debido a la pérdida de eficacia de los estabilizantes, tal y como ilustra la Figura 5.

Según los parámetros de calidad del producto una absorbancia menor de 0,5 no es aceptable, pero este valor no se alcanza en el tiempo que ha durado el estudio.

Tabla 6.- Evolución de la turbidez a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	18	29	46	60	77	95	120	150	180
Absorbancia a 625 nm	1,330	1,113	1,050	1,006	0,950	0,913	0,896	0,866	0,806	0,785

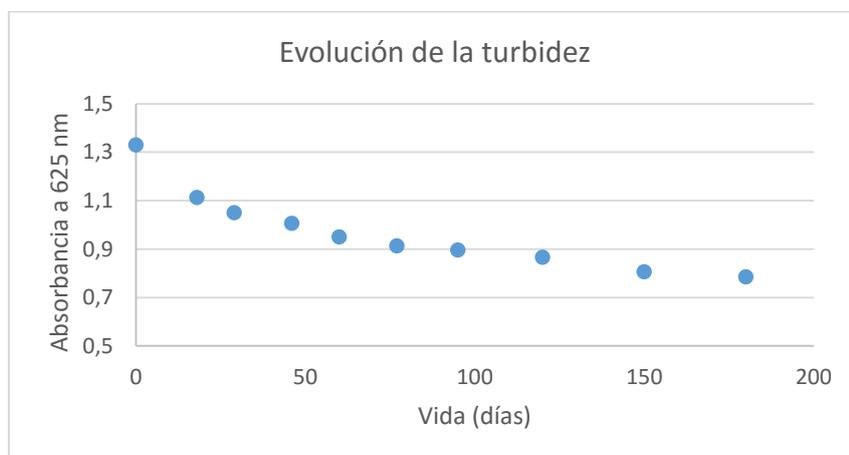


Figura 5.- Gráfico de la evolución de la turbidez en la Bebida de Naranja.

4.1.2.- Análisis sensorial

4.1.2.1.- Examen de calidad sensorial

Un total de 6 catadores expertos en el producto han realizado el examen de calidad sensorial, en el que han puntuado por separado el aspecto, el color, el olor, el sabor y la impresión general de la Bebida de Naranja a diferentes tiempos de almacenamiento. La mayor puntuación que puede recibir cada parámetro organoléptico es 4 y la menor 1.

Con las puntuaciones dadas por los expertos, se ha hecho una media y se ha construido la Tabla 7. Posteriormente, se han sumado las puntuaciones de cada parámetro organoléptico en los diferentes tiempos de almacenamiento, pudiendo así obtenerse una puntuación máxima de 20 y una mínima de 5. Se considera aceptable una puntuación total igual o mayor a 15.

Tabla 7.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Naranja con diferentes tiempos de almacenamiento.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación							
	0	28	60	97	103	120	150	180
Aspecto	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	3,75	4,00	3,50
Color	4,00	4,00	3,75	3,63	4,00	3,50	3,71	3,00
Olor	4,00	3,40	3,40	3,86	4,00	3,50	3,43	3,00
Sabor	4,00	3,80	3,60	3,43	3,50	3,25	2,71	2,60
Impresión General	4,00	3,60	3,60	3,43	3,75	3,00	3,00	2,68
TOTAL	20,00	18,80	18,10	18,34	19,25	17,00	16,86	14,78

Para conocer el día en el que se rechaza el producto, las puntuaciones totales se someten a regresión lineal tal y como muestra la Figura 6, siendo la ecuación de la recta: $y = -0,0234x + 20,052$. Por tanto, en la Bebida de Naranja la puntuación de 15 se alcanzará el día 216, momento en el que el producto se rechaza sensorialmente según el examen de calidad sensorial.

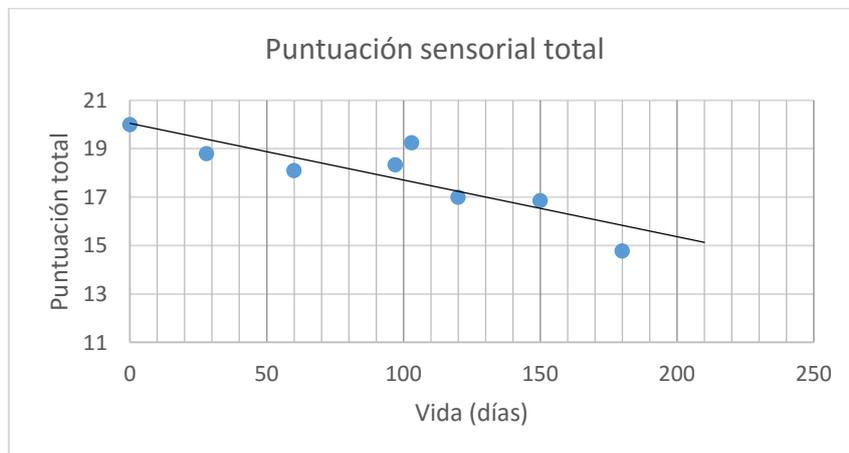


Figura 6.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Naranja.

4.1.2.2.- Examen de aceptación

El examen de aceptación lo han realizado 30 catadores. Han respondido con un sí o un no a la pregunta “¿Consumiría usted este producto normalmente?”.

Con las respuestas recogidas se ha creado una matriz de datos, que se ha introducido en el programa informático “R” para calcular los parámetros μ y σ del modelo de Weibull, siendo $\mu = 5,173733$ y $\sigma = 0,05913827$.

Una vez obtenidos los dos parámetros, utilizando la ecuación de la distribución de Weibull para estimar la función de rechazo $F(t)$ y con la ayuda de una hoja de cálculo, se ha construido la Figura 7, que representa el porcentaje de consumidores que rechaza la Bebida de Naranja a lo largo del tiempo.

Viendo la Figura 7 se puede concluir que según la distribución de Weibull el 20% de los consumidores rechazará la Bebida de Naranja a los 162 días después del envasado y el 30% la rechazará a los 166 días.

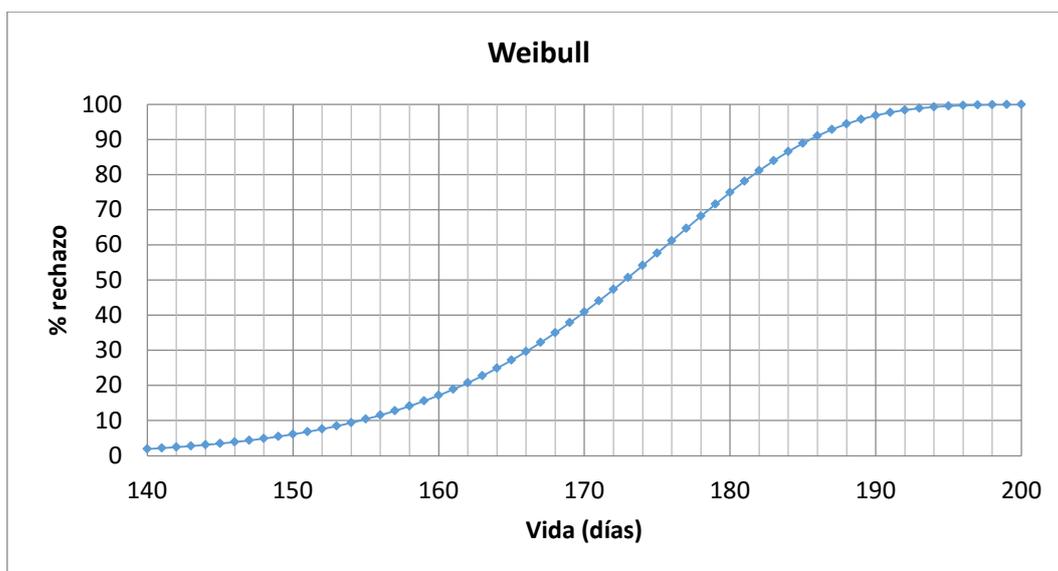


Figura 7.- Curva de rechazo de la Bebida de Naranja según la distribución de Weibull.

4.2.- BEBIDA DE PIÑA

A continuación se van a presentar los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y organolépticos de la Bebida de Piña.

4.2.1.- Análisis fisicoquímico

4.2.1.1.- Oxígeno Disuelto

La solubilidad de los gases depende de la temperatura, por tanto se ha medido la concentración de oxígeno disuelto siempre a 20°C.

En primer lugar se debe comprobar que el producto recién envasado ha sido desaireado correctamente durante el proceso de producción.

La Bebida de Piña es un producto sin fibras ni pulpas, por lo que se admite una concentración inicial máxima de oxígeno disuelto de 3 mg L⁻¹. Se ha medido el oxígeno disuelto inmediatamente después de haber sido envasado, y su concentración ha sido de 0,99 mg L⁻¹, por tanto el proceso de desaireación se ha realizado correctamente.

Posteriormente se ha medido la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del tiempo tal y como muestran la Tabla 8 y la Figura 8.

Al principio se observa una disminución brusca, pasando en los primeros 20 días de una concentración de 0,99 mg L⁻¹ a 0,32 mg L⁻¹. En el día 33 ha bajado hasta 0,27 mg L⁻¹, disminuyendo lentamente a partir de este momento hasta alcanzar un valor de 0,10 mg L⁻¹ al finalizar el estudio.

Por tanto, la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Piña a lo largo del tiempo, presenta un comportamiento exponencial negativo.

Tabla 8.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Piña.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	20	33	48	62	78	102	120	150	180
Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	0,99	0,32	0,27	0,31	0,26	0,22	0,16	0,16	0,14	0,10

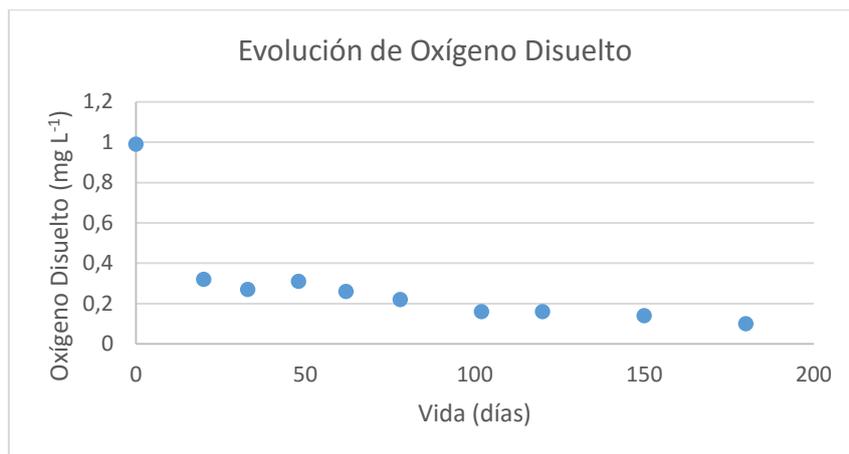


Figura 8.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Piña.

4.2.1.2.- Grados Brix, acidez total, y pH

Los valores iniciales de grados Brix, acidez total y pH deben mantenerse dentro de los límites establecidos a lo largo de toda la vida útil del producto.

En la Bebida de Piña los límites—de acuerdo con las especificaciones internas de la empresa— son los siguientes: los grados Brix no deben ser menores de 8,20 ni mayores de 8,40; la acidez total debe encontrarse entre 0,26 % (m/m) y 0,30 % (m/m); el pH debe ser inferior a 4,60.

Tal y como se muestra en la Tabla 9, estos valores se mantienen dentro de los límites a lo largo de la vida útil de la bebida.

Tabla 9.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	20	33	48	62	78	102	120	150	180
°Brix	8,29	8,28	8,32	8,33	8,32	8,33	8,38	8,24	8,33	8,29
Acidez total % (m/m)	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,27	0,29
pH	3,26	3,25	3,26	3,25	3,30	3,22	3,29	3,87	3,46	3,28

4.2.1.3.- Ácido L-ascórbico

El ácido L-ascórbico (vitamina C) se oxida con facilidad, dado que $E^{\circ} (O_2/H_2O) \gg E^{\circ} (\text{ácido ascórbico}/\text{ácido dehidroascórbico})$; por ello su concentración va a ir disminuyendo a lo largo de la vida del producto. En el envase de la bebida se indica el contenido mínimo de vitamina C, que es de 12 mg por cada 100 mL.

Se comprueba que este contenido mínimo se cumple a lo largo de la vida útil del producto, tal y como muestra la Tabla 10.

En la Figura 9 se representa la degradación de la Vitamina C.

Tabla 10.- Evolución de la concentración de ácido L-ascórbico a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	20	33	48	62	78	102	120	150	180
Vitamina C (mg 100mL ⁻¹)	48	43	45	38	39	39	36	31	28	27

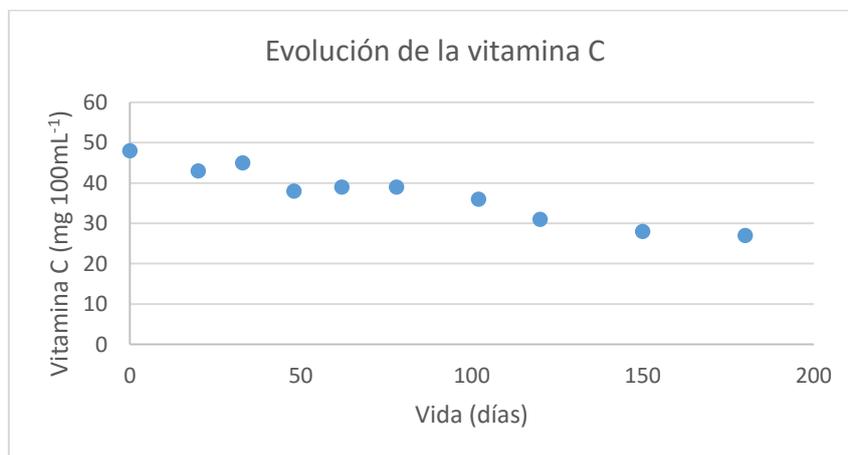


Figura 9.- Gráfico de la evolución de la concentración de ácido L-ascórbico en la Bebida de Piña.

4.2.1.4.- Color

Se han medido las coordenadas cromáticas a^* y b^* , así como la luminosidad, L^* , a lo largo del tiempo.

Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 11. Éstos muestran cómo la luminosidad ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo, mientras a^* y b^* han aumentado. El aumento de a^* , que representa el color rojo, es debido a que en el transcurso del tiempo se ha producido un pardeamiento del producto, debido a la oxidación de la Vitamina C.

La variación total de color se ha calculado respecto del color que se considera ideal para la Bebida de Piña, cuya L^* tiene el valor de 54,75, a^* es 0,23 y b^* 42,19. Se comprueba que durante el transcurso del estudio no se supera la variación total de color máxima permitida, que es de 5,0.

En la Figura 10 se representa la evolución de la variación total de color.

Tabla 11.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	20	33	48	62	78	102	120	150	180
L^*	54,74	54,46	54,34	54,66	54,27	53,96	53,59	53,10	52,71	51,92
a^*	0,54	0,77	0,96	0,97	1,11	1,23	1,65	1,47	1,76	2,02
b^*	43,83	43,93	43,76	44,20	44,19	44,39	45,40	45,54	45,47	45,97
ΔE^*	1,67	1,84	1,78	2,14	2,24	2,54	3,70	3,93	4,15	4,57

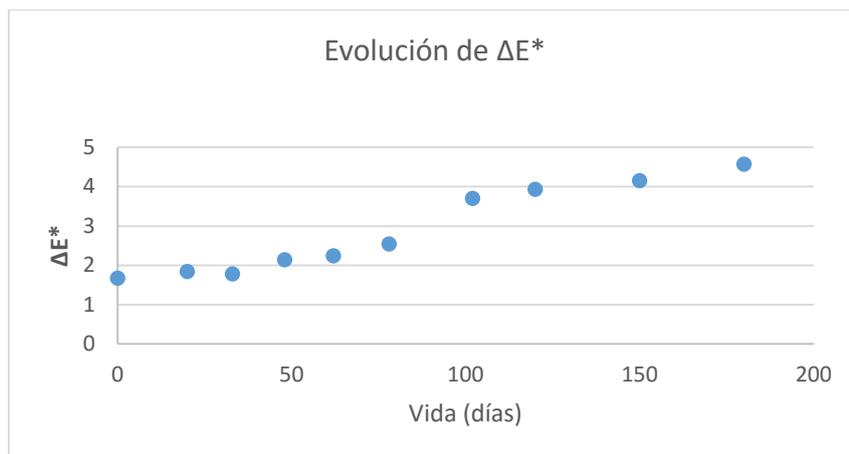


Figura 10.- Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Piña.

4.2.1.5.- Turbidez

Tras centrifugar 10 mL de Bebida de Piña a 1500 rpm durante 10 minutos se mide la absorbancia a 625 nm para estudiar su turbidez, obteniendo los valores expuestos en la Tabla 12.

La absorbancia ha ido disminuyendo con el tiempo debido a la pérdida de eficacia de los estabilizantes, tal y como ilustra la Figura 11.

Según los parámetros de calidad del producto, una absorbancia menor de 0,5 no es aceptable. Este valor de absorbancia se alcanza entre los días 62 y 78, momento en el que la Bebida de Piña se encuentra en la mitad de su actual vida útil, fijada en 120 días.

Tabla 12.- Evolución de la turbidez a lo largo de la vida útil de la Bebida de Piña.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	20	33	48	62	78	102	120	150	180
Absorbancia a 625 nm	0,833	0,794	0,722	0,672	0,502	0,459	0,309	0,256	0,210	0,181

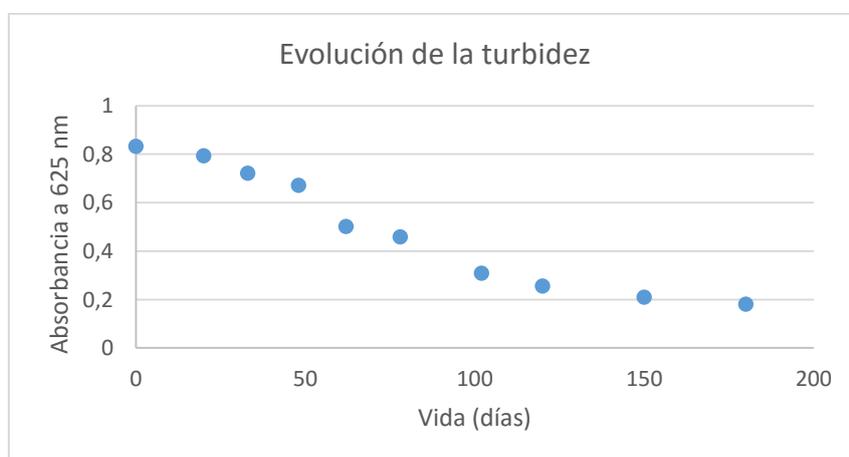


Figura 11.- Gráfico de la evolución de la turbidez en la Bebida de Piña.

4.2.2.- Análisis sensorial

4.2.2.1.- Examen de calidad sensorial

Un total de 6 catadores expertos en el producto han realizado el examen de calidad sensorial, en el que han puntuado por separado el aspecto, el color, el olor, el sabor y la impresión general de la Bebida de Piña a diferentes tiempos de almacenamiento. La mayor puntuación que puede recibir cada parámetro organoléptico es 4 y la menor 1.

Con las puntuaciones dadas por los expertos se ha hecho una media y se ha construido la Tabla 13. Posteriormente, se han sumado las puntuaciones de cada parámetro organoléptico en los diferentes tiempos de almacenamiento, pudiendo así obtenerse una puntuación máxima de 20 y una mínima de 5. Se considera aceptable una puntuación total igual o mayor de 15.

Tabla 13.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Piña con diferentes tiempos de almacenamiento.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación							
	0	27	72	90	103	120	150	180
Aspecto	4,00	4,00	3,86	3,86	3,86	3,71	3,29	3,14
Color	4,00	3,86	3,71	3,86	3,71	3,57	3,33	3,43
Olor	4,00	4,00	4,00	3,71	3,71	3,43	3,43	3,14
Sabor	4,00	3,86	3,71	3,71	3,86	3,79	3,29	2,86
Impresión General	4,00	3,86	3,57	3,57	3,71	3,43	3,14	2,86
TOTAL	20,00	19,58	18,86	18,71	18,86	17,93	16,48	15,43

Para conocer el día en el que se rechaza el producto las puntuaciones totales se someten a regresión lineal tal y como muestra la Figura 12, siendo la ecuación de la recta: $y = -0,0244x + 20,498$. Por tanto, en la Bebida de Piña la puntuación de 15 se alcanzará el día 225, momento en el que el producto se rechaza sensorialmente según el examen de calidad sensorial.

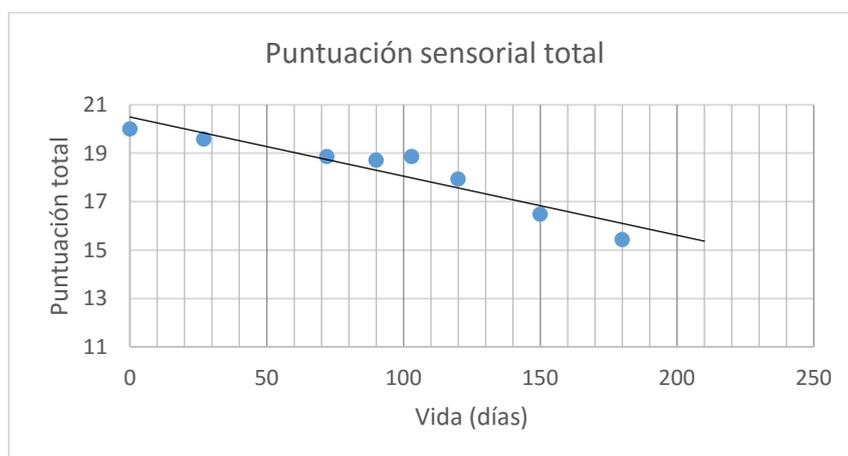


Figura 12.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Piña.

4.2.2.2.- Examen de aceptación

El examen de aceptación lo han realizado 30 catadores. Han respondido con un sí o un no a la pregunta “¿Consumiría usted este producto normalmente?”.

Con las respuestas recogidas se ha creado una matriz de datos que se ha introducido en el programa informático “R” para calcular los parámetros μ y σ del modelo de Weibull, siendo $\mu = 5,513985$ y $\sigma = 0,2282508$.

Una vez obtenidos los dos parámetros, utilizando la ecuación de la distribución de Weibull para estimar la función de rechazo $F(t)$ y con la ayuda de una hoja de cálculo, se ha construido la Figura 13, que representa el porcentaje de consumidores que rechaza la Bebida de Piña a lo largo del tiempo.

Viendo la Figura 13 se puede concluir que según la distribución de Weibull el 20% de los consumidores rechazará la Bebida de Piña a los 180 días después del envasado y el 30% la rechazará a los 200 días.

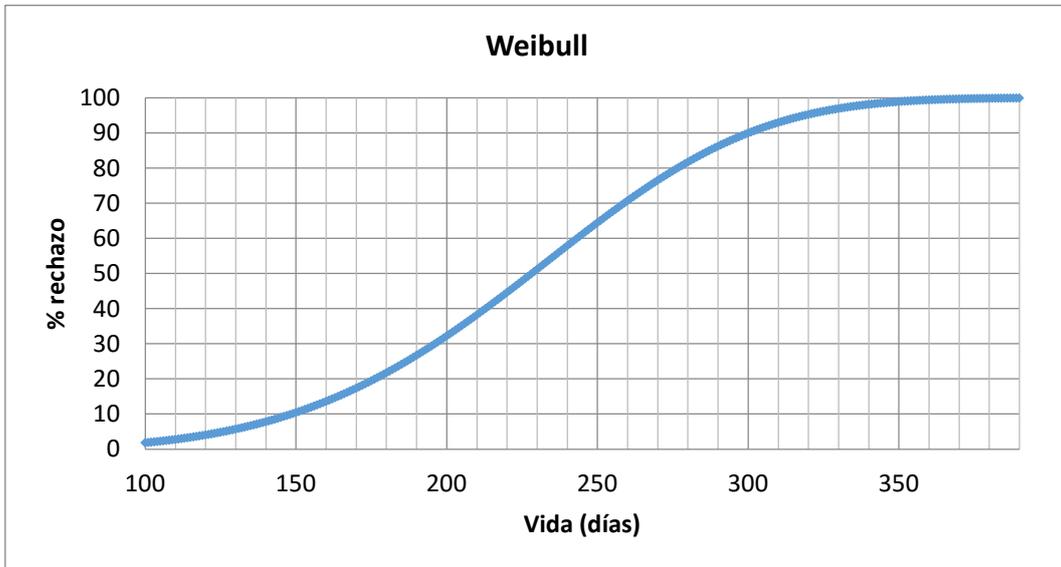


Figura 23.- Curva de rechazo de la Bebida de Piña según la distribución de Weibull.

4.3.- BEBIDA DE SOJA Y FRESA

A continuación se van a presentar los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y organolépticos de la Bebida de Soja y Fresa.

4.3.1.- Análisis fisicoquímico

4.3.1.1.- Oxígeno Disuelto

La solubilidad de los gases depende de la temperatura, por tanto se ha medido la concentración de oxígeno disuelto siempre a 20°C.

En primer lugar, se debe comprobar que el producto recién envasado ha sido desaireado correctamente durante el proceso de producción.

La Bebida de Soja y Fresa es un producto sin fibras ni pulpas, por lo que se admite una concentración inicial máxima de oxígeno disuelto de 3 mg L⁻¹. Se ha medido el oxígeno disuelto inmediatamente después de haber sido envasado, y su concentración ha sido de 0,84 mg L⁻¹, por tanto el proceso de desaireación se ha realizado correctamente.

Posteriormente se ha medido la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del tiempo tal y como muestran la Tabla 14 y la Figura 14.

Al principio se observa una disminución brusca, pasando en los primeros 19 días de una concentración de 0,84 mg L⁻¹ a 0,38 mg L⁻¹. A partir de este momento ha ido disminuyendo lentamente hasta quedar con un valor de 0,18 mg L⁻¹ al final del estudio.

Por tanto, la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Soja y Fresa a lo largo del tiempo, presenta un comportamiento exponencial negativo.

Tabla 14.- Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Soja y Fresa.

Parámetro	Días desde la fecha de fabricación									
	0	19	32	47	61	90	113	120	150	180
Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	0,84	0,38	0,37	0,35	0,34	0,28	0,20	0,19	0,19	0,18

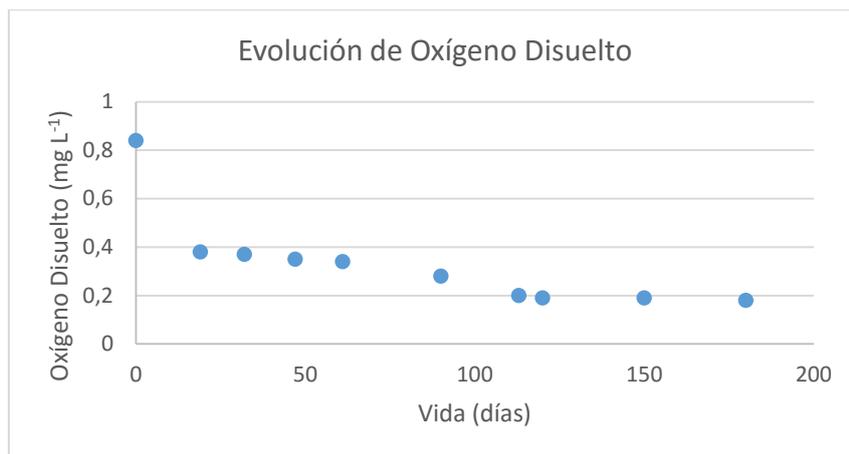


Figura 14.- Gráfico de la evolución de la concentración de oxígeno disuelto en la Bebida de Soja y Fresa.

4.3.1.2.- Grados Brix, acidez total y pH

Los valores iniciales de grados Brix, acidez total y pH deben mantenerse dentro de los límites establecidos a lo largo de toda la vida útil del producto.

En la Bebida de Soja y Fresa los límites—de acuerdo con las especificaciones internas de la empresa— son los siguientes: los grados Brix no deben ser menores de 14,00 ni mayores de 15,00; la acidez total debe encontrarse entre 0,40 % (m/m) y 0,44 % (m/m); el pH debe ser inferior a 4,60.

Tal y como se muestra en la Tabla 15 estos valores se mantienen dentro de los límites establecidos a lo largo de la vida útil de la bebida.

Tabla 15.- Mantenimiento de los valores de °Brix, acidez total y pH a lo largo de la vida útil de la Bebida de Naranja.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	19	32	47	61	90	113	120	150	180
°Brix	14,34	14,34	14,34	14,16	14,51	14,45	14,71	14,36	14,41	14,38
Acidez total % (m/m)	0,44	0,40	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,44	0,41	0,42
pH	3,77	3,79	3,79	3,78	3,85	3,75	3,82	3,77	3,79	3,78

4.3.1.3.- Color

Se han medido las coordenadas cromáticas a* y b*, así como la luminosidad, L*, a lo largo del tiempo.

Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 16. Éstos muestran cómo tanto la luminosidad como la coordenada cromática a* han ido disminuyendo a lo largo del tiempo, mientras b* han sufrido un aumento.

La variación total de color se ha calculado respecto del color que se considera ideal para la Bebida de Soja y Fresa, cuya L* tiene el valor de 64,67, a* es 26,60 y b* 19,07. Se

comprueba que a partir de los 120 días desde la fecha de fabricación se supera la variación total de color máxima permitida, que es de 5,0.

En la Figura 15 se representa la evolución de la variación total de color.

Tabla 16.- Evolución del color a lo largo de la vida útil de la Bebida de Soja y Fresa.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación									
	0	19	32	47	61	90	113	120	150	180
L*	65,09	65,34	64,21	64,14	64,06	63,31	63,69	63,37	63,04	62,97
a*	27,12	27,06	24,25	24,05	23,70	22,69	22,96	22,46	22,27	21,84
b*	20,00	20,48	20,90	21,32	21,65	21,40	22,07	21,66	22,09	22,16
ΔE^*	1,15	1,63	3,01	3,44	3,93	4,75	4,82	5,05	5,53	5,92

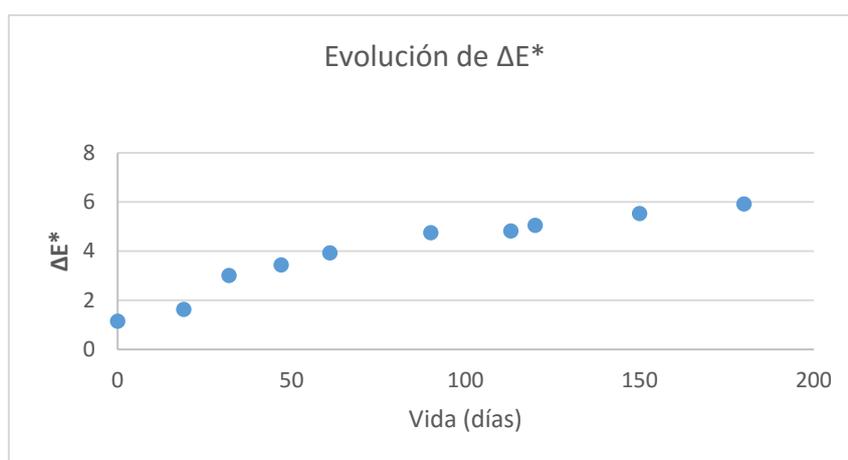


Figura 35.-Gráfico de la evolución de la variación total de color en la Bebida de Soja y Fresa.

4.3.2.- Análisis sensorial

4.3.2.1.- Examen de calidad sensorial

Un total de 6 catadores expertos en el producto han realizado el examen de calidad sensorial, en el que han puntuado por separado el aspecto, el color, el olor, el sabor y la impresión general de la Bebida de Soja y Fresa a diferentes tiempos de almacenamiento. La mayor puntuación que puede recibir cada parámetro organoléptico es 4 y la menor 1.

Con las puntuaciones dadas por los expertos se ha hecho una media y se ha construido la Tabla 17. Posteriormente, se han sumado las puntuaciones de cada parámetro organoléptico en los diferentes tiempos de almacenamiento, pudiendo así obtenerse una puntuación máxima de 20 y una mínima de 5. Se considera aceptable una puntuación total igual o mayor de 15.

Tabla 17.- Puntuación organoléptica de la Bebida de Soja y Fresa con diferentes tiempos de almacenamiento.

Parámetros	Días desde la fecha de fabricación							
	0	14	63	98	114	174	189	195
Aspecto	4,00	4,00	3,25	3,00	3,25	3,00	3,00	3,00
Color	4,00	4,00	3,25	3,00	3,25	3,00	2,50	2,25
Olor	4,00	4,00	3,50	3,25	3,50	3,25	2,75	2,75
Sabor	4,00	4,00	3,25	3,25	3,50	3,00	3,00	2,50
Impresión General	4,00	3,75	3,00	3,00	3,25	3,00	2,75	2,00
TOTAL	20,00	19,75	16,25	15,50	16,75	15,25	14,00	12,50

Para conocer el día en el que se rechaza el producto las puntuaciones totales se someten a regresión lineal tal y como muestra la Figura 16, siendo la ecuación de la recta: $y = -0,0316x + 19,593$. Por tanto, en la Bebida de Soja y Fresa la puntuación de 15 se alcanzará el día 145, momento en el que el producto se rechaza sensorialmente según el examen de calidad sensorial.

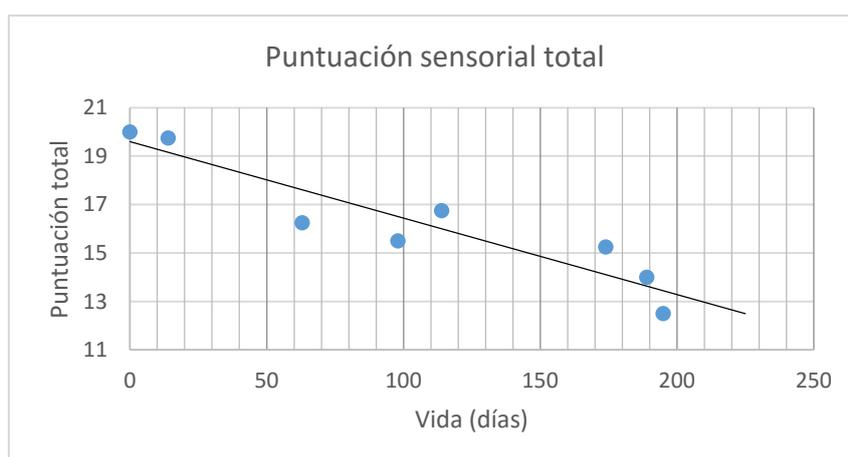


Figura 46.- Gráfico de la evolución de la puntuación organoléptica total de la Bebida de Soja y Fresa.

4.3.2.2.- Examen de aceptación

El examen de aceptación lo han realizado 30 catadores. Han respondido con un sí o un no a la pregunta “¿Consumiría usted este producto normalmente?”.

Con las respuestas recogidas se ha creado una matriz de datos que se ha introducido en el programa informático “R” para calcular los parámetros μ y σ del modelo de Weibull, siendo $\mu = 5,250809$ y $\sigma = 0,10493733$.

Una vez obtenidos los dos parámetros, utilizando la ecuación de la distribución de Weibull para estimar la función de rechazo $F(t)$ y con la ayuda de una hoja de cálculo, se ha construido la Figura 17, que representa el porcentaje de consumidores que rechaza la Bebida de Soja y Fresa a lo largo del tiempo.

Viendo la Figura 17 se puede concluir que según la distribución de Weibull el 20% de los consumidores rechazará la Bebida de Soja y Fresa a los 161 días después del envasado y el 30% la rechazará a los 172 días.

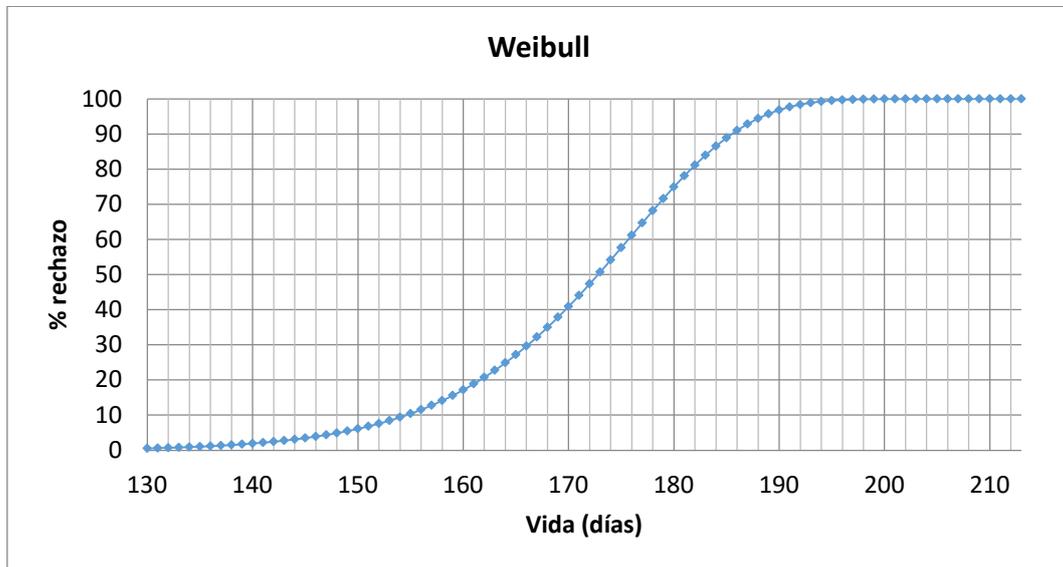


Figura 57.- Curva de rechazo de la Bebida de Soja y Fresa según la distribución de Weibull.

5. CONCLUSIONES

5.1. OXÍGENO DISUELTO, GRADOS BRIX, ACIDEZ, pH, Y ÁCIDO L-ASCÓRBICO

La evolución del oxígeno disuelto es parecida en los tres productos: disminuye en forma exponencial y se estabiliza cuando alcanza valores próximos a $0,10 \text{ mg L}^{-1}$.

Los grados Brix, la acidez total y el pH se mantienen dentro de los límites establecidos hasta el final del estudio en las tres bebidas de fruta.

El ácido L-ascórbico presente en la Bebida de Naranja y en la Bebida de Piña se oxida, por lo que disminuye su concentración a lo largo del tiempo. A pesar de ello, en ambas bebidas la concentración se mantiene superior al contenido mínimo de Vitamina C que aparece en el envase.

5.2. COLOR

En las tres bebidas de fruta estudiadas la diferencia total de color respecto al color estándar de cada producto ha aumentado a lo largo del tiempo.

En la Bebida de Naranja se alcanza la diferencia de color máxima aceptable el día 172, en la Bebida de Piña el día 192 y en la Bebida de Soja y Fresa el día 122.

La fecha de consumo preferente actual de los tres productos está fijada en 120 días después de la fecha de fabricación, por tanto, si se tuviera en consideración solamente este parámetro, se podría ampliar el periodo de consumo preferente de la Bebida de Naranja hasta el día 170 y de la Bebida de Piña hasta el día 190. Por el contrario el de la Bebida de Soja y Fresa no podría aumentarse.

5.3. TURBIDEZ

La turbidez sólo se ha estudiado en la Bebida de Naranja y en la Bebida de Piña, ya que éstas son bebidas claras.

En la Bebida de Naranja la absorbancia a 625 nm se ha mantenido por encima del límite de aceptación de 0,500 durante la duración del estudio.

Sin embargo, en la Bebida de Piña el día 78 se observa una absorbancia de 0,459 encontrándose, por tanto, fuera del límite de aceptación. Esto indica una baja estabilidad, que hace que al agitar el producto antes de consumirlo la turbidez sea la adecuada, pero que si no se agita o si está mucho tiempo servido en un vaso antes de consumirlo, el producto clarifique y pueda causar el rechazo de los consumidores.

5.4. EXÁMENES ORGANOLÉPTICOS

Según los datos obtenidos en el examen de calidad sensorial de la Bebida de Naranja, el tiempo de rechazo del producto es 216 días después de la fecha de fabricación. En el examen de aceptación, asumiendo que un 20% de los consumidores rechacen el producto, el tiempo obtenido es de 162 días, sin embargo, si se admite que el 30% pueda rechazar el producto, este tiempo aumenta hasta los 166 días.

Los valores que se han obtenido para la Bebida de Piña son los siguientes: según el examen de calidad sensorial el tiempo de rechazo es 225 días después de la fecha de fabricación; según el examen de aceptación, el 20% de los consumidores rechazarán el producto a los 180 días, aunque si se admite que el 30% pueda rechazarlo, entonces el tiempo aumenta hasta los 200 días.

En cuanto a la Bebida de Soja y Fresa, en el examen de calidad sensorial el producto se rechaza pasados 145 días desde la fecha de fabricación. En el examen de aceptación el 20% de los consumidores rechazarán la bebida 161 días después de la fecha de fabricación, sin embargo, si se admite que el 30% de los consumidores pueda rechazarlo, este tiempo aumenta hasta los 172 días.

5.5. CONCLUSIÓN FINAL

La Bebida de Naranja aumenta su periodo de consumo preferente a 162 días, momento en el que todos sus parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites aceptables y organolépticamente solamente el 20% de los consumidores podría rechazarlo llegada esta fecha.

La Bebida de Piña, a pesar de obtener unos valores de absorbancia por debajo del límite de aceptación, organolépticamente ha obtenido buenas puntuaciones ya que se ha agitado antes de consumirla en los exámenes organolépticos. Se decide aumentar el periodo de consumo preferente a 150 días, momento en el que si el modo de empleo del producto es el adecuado, es decir si se agita antes de servir, solamente el 10% de los consumidores podría rechazarlo.

La Bebida de Soja y Fresa aumenta su periodo de consumo preferente a 150 días, momento en el que la diferencia total del color puede ser mayor de la aceptable pero, a la vista de los resultados de los exámenes organolépticos, esto no causa un rechazo en los consumidores.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BOE (2011). Real Decreto 650/2011, de 9 de mayo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-sanitaria en materia de bebidas refrescantes. Número de Boletín 119/2011.
- CHIRALT, A.; GONZÁLEZ, C.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MORAGA, G.; TALENS, P. (2007). *Propiedades físicas de alimentos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- CODEX ALIMENTARIUS (1993). Código Internacional recomendado de prácticas de higiene para alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados. CAC/RCP 23-1979, REV.2.
- CURIA, A.; GARITTA, L.; GÓMEZ, G. (2005). Metodología de estadística de supervivencia, en: *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Programa CYTED. Madrid, 53-70.
- HOUGH, G.; WITTIG, E. (2005). Introducción al análisis sensorial, en: *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Programa CYTED. Madrid, 13-16.

Bibliografía de consulta:

- NOLLET, L.M.; TOLDRÁ, F. (2015). *Handbook of Food Analysis*. CRC Press. Boca Raton, FL. USA.