



Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química

Givaudan Chile Limitada

### **PATROCINANTE**

Prof. Lilian Abugoch J.  
Departamento de Ciencia de los  
Alimentos y Tecnología Química  
Universidad de Chile

### **DIRECTORES**

Prof. Q.F. Emma Wittig de Penna  
Departamento de Ciencia de los  
Alimentos y Tecnología Química  
Universidad de Chile

Ing. Mariel Casassus  
Gerente Comercial  
Givaudan Chile Limitada

Tec. Patricia Araya S.  
Jefe Laboratorio de Tecnología de  
Alimentos  
Givaudan Chile Limitada

**“ESTUDIO DE ESTABILIDAD QUIMICA Y ORGANOLÉPTICA  
DE UNA BEBIDA ANALCÓHOLICA GASIFICADA SABOR NARANJA”  
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS**

**JUAN GONZALO RUBILAR RETAMAL**

Santiago, 2006

Hay hombres que luchan un día y son buenos.  
Hay otros que luchan un año y son mejores.  
Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.  
Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles.

**Bertolt Brecht**

## **AGRADECIMIENTOS**

Sinceramente, enumerar a cada una de las personas que aportaron de una u otra forma al desarrollo de esta memoria y dejar en el tintero a alguien puede dejar malas impresiones. Es por ello que quiero agradecer a todos los miembros de Givaudan Chile Limitada y Givaudan Argentina S.A., académicos de nuestra Facultad, jueces del panel entrenado, actores anónimos del panel de consumidores, a mis compañeros, amigos y también a Lorena. Sus conocimientos, colaboración, interés demostrado y sus palabras de apoyo los convierte en partícipes del éxito de este proyecto.

Quiero agradecer a las profesoras patrocinante y directora, Señoras Lilian y Emma, por todas las recomendaciones aportadas en el período de estudios. A Mariel y Patricia por su paciencia y confianza en el desarrollo óptimo de esta memoria.

El agradecimiento más importante es para mi familia, por que son ellos los que comparten día a día cada una de mis alegrías y frustraciones. Su apoyo directo o tácito ha sido y, seguirá siendo, un pilar fundamental en cada uno de mis logros. Sin los valores que me entregaron, ningún esfuerzo realizado hasta aquí tendría mayor sentido.

**MUCHAS GRACIAS**

**JUAN**

## INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
INTRODUCCION	1
1. OBJETIVOS	7
1.1. Hipótesis de Trabajo	7
1.2. Objetivos Generales	7
1.3. Objetivos Específicos	7
2. MATERIALES Y METODOS	8
2.1. Materiales utilizados	8
2.2. Métodos aplicados	9
2.2.1. Elaboración de la bebida gasificada	9
2.2.2. Almacenamiento en las condiciones de estudio	10
2.2.3. Determinación de pH	11
2.2.4. Índice de acidez por titulación	11
2.2.5. Colorimetría	12
2.2.6. Evaluación Sensorial	13
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1. Variaciones de pH durante el almacenamiento a diferentes temperaturas	17
3.2. Determinación del Índice de acidez	18
3.3. Mediciones de color	22
3.3.1. Método de Munsell	22
3.3.2. Método Hunter	23
3.4. Evaluación sensorial	27
3.4.1. Diseño de una tabla de Karlsruhe para bebidas carbonatadas	33
3.5. Relación entre almacenamientos a diferentes temperaturas	33
4. CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRFIA	38
ANEXOS	41

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Ventas de bebidas refrescantes en Chile durante 2004	4
Cuadro 2. Set de descriptores utilizados en el entrenamiento de jueces	13
Figura 1. pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento a 5° C	19
Figura 2. pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento a 20° C	20
Figura 3. pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento a 37° C	20
Figura 4. pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento en luz UV	21
Figura 5. Respuesta en espectro visible en muestra almacenadas a 5° C	25
Figura 6. Respuesta en espectro visible en muestra almacenadas a 20° C	25
Figura 7. Respuesta en espectro visible en muestra almacenadas a 37° C	26
Figura 8. Respuesta en espectro visible de muestras expuestas a luz UV	26
Figura 9. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 5° C	31
Figura 10. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 20° C	31
Figura 11. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 37° C	32
Figura 12. Perfil de sabor para muestras expuestas a la luz natural	32
Figura A. Equipo de colorimetría HunterLab Labscan SN-14177	42
Figura B. Colorímetro de disco MAcbeth – Munsell, modelo BBX-320DC	43
Figura C. Representación del espacio de color Hunter L, a, b.	44
Figura D. Organización visual del color	44
Figura E. Disco de Munsell	45
Figura F. Jueces entrenados realizando evaluación de muestras de bebidas gaseosas sabor naranja en estudio	51

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estructura de gasto en bebidas gaseosas por quintiles	3
Tabla 2. Resumen tabla de sólidos y brix	10
Tabla 3. Criterio de toma de muestras	11
Tabla 4. Resultados de la medición de pH	17
Tabla 5. Resultados de la medición de acidez titulable	18
Tabla 6. Resumen de datos obtenidos por el método de colorimetría Munsell	22
Tabla 7. Resumen de datos obtenidos por el método de colorimetría Hunter	23
Tabla 8. Promedios obtenidos luego de la evaluación sensorial con consumidores en muestras almacenadas a 20° C	27
Tabla 9. Promedios obtenidos luego de la evaluación sensorial con consumidores en muestras almacenadas a 5° C	27
Tabla 10. Análisis de varianza de dos vías para muestras evaluadas por consumidores	28
Tabla 11. Resumen de evaluación de descriptores	30
Tabla 12. Ajustes de las correlaciones de acidez titulable versus tiempo	33
Tabla 13. Obtención de ecuación de Arrhenius	34
Tabla 14. Comparación de valores de $E_a$	35
Tabla 15. Ajustes de las correlaciones para $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ versus tiempo	36
Tabla A. Asociaciones de apoyo para identificación de descriptores	47
Tabla B. Planilla de asociaciones personales de cada juez para descriptores	48
Tabla C. Hoja de evaluación de descriptores de naranja	49
Ficha A. Ficha de evaluación para test con consumidores	50
Tabla D. Tabla de Karlsruhe para bebidas carbonatadas de fantasía sabor naranja	52

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es determinar la estabilidad química, física y sensorial de una bebida gasificada analcohólica sabor naranja. Para ello se sometieron, muestras envasadas en botellas elaboradas en Polietilentereftalato (PET), a diferentes condiciones de almacenamiento al abrigo de la luz (a 5 °C, 20 °C y 37 °C) y con exposición a luz natural. Las tomas de muestras, las cuales fueron elaboradas íntegramente a escala piloto en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de Givaudan Chile Ltda, se realizaron a los 0, 45, 90, 135 y 180 días, en el caso de las muestras almacenadas a 5 °C y 20 °C, y a los 0, 7, 14, 21, 35 y 45 días para las muestras almacenadas a 37 °C y aquellas expuestas a luz natural. El deterioro químico se evaluó por medio de medición de pH y determinación de acidez titulable, el deterioro físico, por medio de colorimetría HunterLab y Munsell y el deterioro sensorial a través de panel de jueces entrenados y de panel de consumidores. En cada punto de toma de muestra se analizaron los parámetros de deterioro antes detallados.

Respecto a los valores obtenidos en pH, estos oscilaron muy poco en torno al valor 3,02. La acidez titulable presentó incrementos desde el valor inicial (0 días) de 1,68 g ácido cítrico/l bebida terminada, hasta 3,38 g ácido cítrico/l bebida terminada. Los valores acidez titulable permitieron obtener el valor de  $E_a=8$  Kcal/mol para el proceso de incremento del índice. La colorimetría Munsell, como método subjetivo de evaluación, mostró un leve cambio en la intensidad del color, el cual se expresa mejor a través de la colorimetría HunterLab. El proceso de evaluación con consumidores informó que estos se muestran indiferentes a los cambios en los parámetros analizados (sabor, color, acidez), pero su opinión general mejora frente a las muestras tomadas a los 135 días de almacenamiento a 5 °C y 20 °C. En cuanto a la evaluación del panel de jueces entrenados, los resultados determinan que la estabilidad sensorial de la bebida almacenada a distintas condiciones es la siguiente: 5 °C, 135 días; 20 °C, 180 días; 37 °C, 7 días; exposición a luz natural, 7 días.

Se recomienda a los comerciantes y consumidores de este tipo de bebidas de fantasía, almacenarlas al abrigo de la luz y a una temperatura de 20 °C para evitar la aparición de notas ajenas al perfil del sabor original.

## SUMMARY

The objective of the present study was to determine the chemical, physic and sensorial stability of an orange flavor gasified drink. Samples in PET bottles, were stored in different conditions: Some samples were kept safe from the light at 5 °C, 20 °C and 37 °C. Other samples were exposed under natural daylight. The samples were elaborated on pilot scale at Givaudan Chile Ltda. Food Technology Laboratory. They were taken at 0, 45, 90, 135 and 180 days, for samples stored at 5 and 20 °C. Samples stored at 37 °C and exposed under natural daylight, they were taken 0, 7, 14, 21, 35 and 45 days. Chemical deterioration was evaluated through pH measurement and titrable acidity index measurement; physic deterioration was measured through HunterLab and Munsell colorimetric methods. Sensory deterioration was evaluated through a panel of trained judges and consumers tests. The damage parameters were analyzed at every storage time, as above detailed.

pH values kept around 3,02. Titrable acidity index presents an increase at every storage temperature. Titrable acidity values were between 1,68g of citric acid/l of finished beverage at day 0, and 3,38g of citric acid/l of finished beverage. With this titrable acidity values, the Activation Energy value was obtained, and it was 8 Kcal/mol for the titrable acidity increasing process. Munsell colorimetric method, like evaluation method, showed a slight change in the color intensity. This change was better expressed in HunterLab colorimetric method. The process of consumers' assessment showed that they are indifferent to flavor, color and acidity changes, but their opinion improves when they were questioned about their 'general opinion' in samples kept safe from the light at 5 °C and 20 °C. Trained judges panel assessment determined the beverage sensory stability in different conditions is as follow: 5 °C, 135 days; 20 °C, 180 days; 37 °C, 7 days; natural daylight exposed samples, 7 days.

It recommended for retailers and consumers keep this kind of beverages safe from the light and at room temperature at 20 °C. This is for ensure a sensory quality similar to the original taste.

## INTRODUCCIÓN

El hombre obtiene placer y seguridad de los aromas<sup>1</sup> de las comidas y bebidas que consume. Si el aroma no es deseable o no corresponde a sus expectativas, rechaza el producto. Se sabe que poblaciones carentes de alimentación en cantidad y calidad han rechazado alimentos que le son extraños o repulsivos para ellas. Uno de los factores más críticos que influyen en la aceptabilidad de los alimentos es el aroma (Stampanoni, 1999). Otro factor que condiciona la aceptabilidad y por ende, la decisión de compra por parte de los consumidores, es el aspecto visual que posee el alimento, especialmente su color (Hung y col., 1995).

A pesar que los datos físicos y químicos referentes a los aromas se pueden establecer instrumentalmente, los aromas como tales, no pueden ser determinados de esta manera. Por definición, un aroma es una apreciación sensorial, es una percepción humana que resulta de la combinación de las sensaciones olfativas liberadas por un producto en la boca, de las sensaciones gustativas de sustancias solubles en las papilas gustativas, y de sensaciones tales como calor, picante o refrescante recogidas por el nervio trigémino. Por eso, es posible usar un cromatógrafo de gases para medir elementos volátiles, pero no los aromas (Stampanoni, 1999).

Por lo tanto, cualquier prueba de características de olor y de gusto debe ser realizada utilizando personas que evalúen criterios no medibles instrumentalmente. Además, la nariz humana es frecuentemente más sensible que los detectores instrumentales (Stampanoni, 1999).

El término “bebida analcohólica” abarca una amplia gama de productos, desde las relativamente simples, aguas minerales no carbonatadas, pasando por

---

<sup>1</sup> Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Ministerio de Salud, 2005), las palabras aroma o aromatizante y sabor o saborizante pueden utilizarse indistintamente, ya que, según el Art. N° 155 del Reglamento antes mencionado, Saborizantes/Aromatizantes corresponden a aquellas sustancias aromáticas o mezclas de ellas obtenidas por procesos físicos o químicos de aislamiento o síntesis de tipo natural, idéntico a natural y artificial aceptados por FAO/OMS, UE, FDA y F.E.M.A.

bebidas como jugo natural, té y café, hasta productos altamente texturizados tales como el jugo de tomate, bebidas a base de chocolate, bebidas alimenticias de malta, etc. Los atributos del producto que determinan una aceptabilidad relativa por parte del consumidor son apariencia, aroma, sabor y palatabilidad (Williams y col., 1983). La evaluación sensorial constituye una herramienta fundamental en los estudios de estabilidad y de vida útil, ya que el consumidor, por medio de su apreciación es quien puede discriminar si el producto terminado se encuentra en condiciones de ser consumido. Sin embargo esta apreciación es relativa por cuanto el deterioro del alimento no siempre puede ser detectado por la vía sensorial. En este caso es necesario complementarlo con determinaciones físicas y químicas.

Es importante establecer la vida útil de una bebida analcohólica, para asegurarle al consumidor el plazo de tiempo en que las propiedades organolépticas del producto en cuestión no sufren mayores alteraciones. Todo estudio de vida útil tiene el propósito de determinar una información que es valiosa tanto para el productor como para consumidor, y esta es ¿Cuánto dura el alimento almacenado hasta que se consuma? Durante los últimos 20 años, y especialmente desde el crecimiento del movimiento de consumidores, muchos sistemas para indicar la fecha límite de consumo de un alimento han sido propuestos a partir del “derecho a saber” de los mismos. Una fecha de apertura en un alimento es una fecha legible, fácil de interpretar que se coloca en el empaque. Su propósito es informar al consumidor acerca de la vida útil del producto. La fecha usada puede ser la de manufacturación (“fecha de elaboración”); la fecha en la que el producto fue puesto en la estantería del almacén (“Fecha de exhibición”); la última fecha en la que el producto debería ser vendido para permitir al consumidor un tiempo razonable para que lo use (“Venta antes de”); la última fecha de máxima calidad (“Consumir preferentemente antes de”); o la fecha posterior a la cual el producto no tiene un nivel de calidad tan aceptable (“Fecha de expiración”) (Labuza, 1982). La reglamentación nacional, respecto a la información como la del MERCOSUR, especifica que las etiquetas de los alimentos rotulen frases como “consumir antes de...”, “validez hasta...”, “vencimiento...” o “consumir preferentemente antes de...” entre otras (Ministerio de Salud, 2005; [www.biotech.bioetica.org](http://www.biotech.bioetica.org)).

Esto adquiere especial relevancia al considerar que Chile es el tercer consumidor mundial de bebidas refrescantes luego de Estados Unidos y México, con un consumo per cápita cercano a los 6 litros al mes en el año 2004 ([www.anber.cl](http://www.anber.cl)). La bebida gaseosa en botella es el tercer producto más importante en la canasta alimenticia de una familia chilena, siendo superado únicamente por bienes de consumo básicos como la carne y el pan. Según la V encuesta de presupuestos familiares, las familias chilenas gastan cada mes un 4,9% de su ingreso en el ítem “carnes” (que agrupa a las carnes de vacuno, cerdo, aves, pescados y mariscos), un 4,6% en el ítem “pan, galletas y pastas”, y un 1,9% en bebidas gaseosas ([www.ine.cl](http://www.ine.cl)). Otro dato interesante, que se desprende de esta encuesta, es la relevancia que tiene el gasto en bebidas gaseosas en los quintiles de menores recursos, donde representa más del 3% de sus ingresos, lo cual se contrapone con lo ocurrido en el quintil de mayores ingresos, donde no alcanza el 1% de gasto mensual. (Tabla 1).

**Tabla 1: Estructura de gasto en bebidas gaseosas por quintiles**

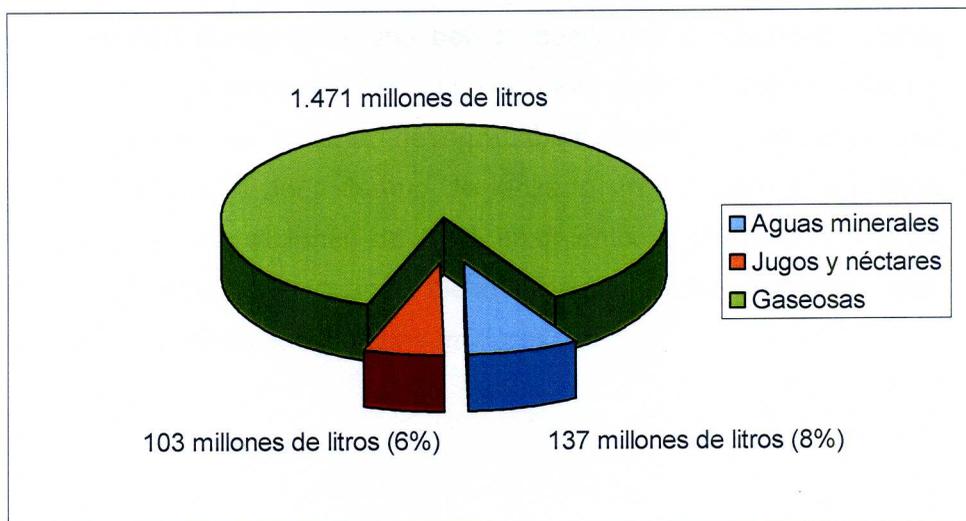
Quintil	Tramo de Ingreso en pesos	Integrantes por hogar	Gasto mensual por hogar (pesos)	Gasto en bebidas gaseosas (% gasto mensual)
Total	-	3,84	445.637	1,89
1	0 – 141.669	3,10	143.644	3,30
2	141.669 – 227.329	3,81	224.669	3,17
3	227.329 – 351.854	4,10	304.270	2,87
4	351.854 – 643.496	4,19	454.363	2,07
5	643.496 y más	4,00	1.101.238	0,91

(Fuente: [www.ine.cl](http://www.ine.cl)).

Esos datos tienen directa relación con los volúmenes de ventas de la industria. En 2004 las empresas asociadas a ANBER (Asociación Nacional de Bebidas Refrescantes) vendieron a nivel nacional un total de 1.711 millones de litros de bebidas, de los cuales el 86% (1.471 millones de litros) corresponden a Gaseosas (ver Cuadro 1). Estas ventas fueron valoradas en USD 1.000 millones.

Entrando en otra área de la producción de bebidas refrescantes, que es la formulación, se debe considerar el efecto del precio azúcar en la aparición de marcas alternativas que utilizan nuevas fórmulas que reemplazan total o parcialmente con edulcorantes el contenido de azúcar ya no para obtener una gaseosa libre de calorías, si no que para lograr fórmulas más económicas. A nivel nacional, la industria de bebidas refrescantes utiliza el 50% del azúcar que se requiere como materia prima para la producción de alimentos, y el 20% del consumo total. Este dato no es menor cuando se considera la existencia de un mecanismo de protección a la producción nacional de azúcar, conocida como “Banda de precios del azúcar”. El mecanismo de la banda de precios se estableció en 1986 y aunque su objetivo declarado era atenuar el impacto interno de las grandes fluctuaciones del precio internacional del azúcar, en realidad fue un mecanismo cuyo principal objetivo fue proteger al sector azucarero nacional de la competencia internacional. Luego de 17 años de operación, y de la adopción, en el período 1999 – 2002, de una serie de medidas destinadas a sustentarlo, este mecanismo fue revisado y en Diciembre de 2003 comenzó a operar una nueva banda de precios, esta vez con el objetivo declarado de servir como un piso de sustentación para el sector azucarero nacional. Es por ello que los consumidores han pagado un sobreprecio, cuyos montos son percibidos en su mayoría por la única empresa refinadora de azúcar en Chile y no por los agricultores productores de remolacha.

**Cuadro 1: Ventas de bebidas refrescantes en Chile durante 2004**



(Fuente: [www.anber.cl](http://www.anber.cl)).

La búsqueda de abaratar los costos de producción ha llevado a la creación de fórmulas para bebidas gaseosas con una reducción parcial o total de su contenido de azúcar lo cual conlleva una disminución de la sensación de dulzor, la cual debe ser compensada por medio del uso de uno o más edulcorantes. Las bebidas gaseosas pueden ser clasificadas en plenas, semi-plenas y libres de azúcar. Las primeras utilizan como medio de edulcoración azúcar o jarabe de maíz de alta fructosa; las semi-plenas tienen una reducción del contenido de azúcar respecto a una bebida gaseosa plena, cercana al 50%; las últimas, no contienen azúcar. La formulación de bebidas gaseosas con reducción de azúcar es ampliamente utilizada en el ámbito de las industrias conocidas como “Marcas B”, que son aquellas que no cuentan con los canales de distribución, ni los sistemas de producción de las grandes embotelladoras como las de The Coca-Cola Company o ECUSA. Es por ello que estas pequeñas y medianas embotelladoras buscan competir con las grandes por medio del precio.

En torno a las determinaciones de vida útil, un interesante desafío se hace presente cuando se quiere establecer una relación entre el tiempo de almacenamiento en condiciones normales. Masson y col. (2001), establecieron una relación para papas críps. El estudio determinó que si un valor de compuesto polares

se alcanzaba en un determinado tiempo a 40 °C, se requeriría 7 veces ese tiempo para obtener un valor similar almacenando dichos snacks a 20 °C al abrigo de la luz. El hallar una relación similar para una bebida gasificada analcohólica podría ayudar a determinar en menos tiempo la vida útil y con ello optimizar los tiempos de desarrollo de nuevas formulaciones, evitando desagradables sorpresas como un rechazo de parte de los consumidores al poco tiempo de lanzado un producto al mercado debido al deterioro por malas condiciones de almacenamiento, lo cual significaría un inevitable castigo en las ventas, aún cuando dicho producto recién elaborado sea muy bien evaluado por parte de los mismo consumidores.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 Hipotesis de Trabajo**

Es posible establecer mediante análisis sensoriales, físicos y químicos realizados en el tiempo y condiciones controladas de almacenamiento, la estabilidad de una bebida analcohólica gasificada sabor naranja comercial.

## **1.2 Objetivo General**

Llevar a cabo un estudio comparativo de estabilidad en diferentes condiciones de temperatura y luz de una bebida gaseosa analcohólica sabor naranja.

## **1.3 Objetivos Especificos**

- Elaborar la bebida gaseosa analcohólica según fórmula y saborizante ya establecidos por Givaudan Chile Ltda. en envases de Polietilentereftalato (PET) de 500cc
- Realizar estudios de estabilidad de la bebida por medio de la evaluación sensorial, controles químicos y de color
- Realizar evaluaciones sensoriales con jueces entrenados a las muestras almacenadas a 5°, 20°, 37 °C y con exposición a luz natural.
- Realizar evaluaciones sensoriales con consumidores a las muestras almacenadas a 5° y 20 °C
- Diseñar una Tabla de Karlsruhe para evaluar bebidas gasificadas analcohólicas sabor naranja.
- Establecer la ecuación que permita extrapolar los resultados del estudio de deterioro acelerado y sensorial acelerado a una condición de almacenamiento normal.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Materiales**

Los materiales utilizados en esta etapa son los que se detallan a continuación:

- Agua purificada (Manantial)
- Azúcar granulada grado 1 (IANSA)
- Ácido cítrico grado alimentario (Roche)
- Sacarina de sodio (Blumos)
- Ciclamato de sodio (Blumos)
- Saborizante idéntico a natural a naranja SC-50602-OE (Givaudan Argentina S.A.)
- Benzoato de sodio (Blumos)
- Balanza analítica PR503 (Mettler Toledo)
- Balanza granataria SM 1220 Delta Range (Mettler)
- Agitador magnético Nuova II
- Vasos de precipitados de 25, 250, 600, 2000 y 3000mL
- Recipiente plástico de 14L de capacidad.
- Botellas PET de 500cc (Plasval)
- Gasificadora a escala piloto (PSA Burby)
- Vitrina Refrigerada (Mimet)
- Estufa eléctrica de incubación (Hareaus)
- Colorímetro de disco modelo BBX-320DC (Macbeth – Munsell, Figura B, Anexo A)
- Libro de color de Munsell
- Colorímetro Labscan2 SN-14177 (HunterLab, Figura A, Anexo B)
- pHímetro 744 (Metrohm)
- Solución de NaOH 0,1N p.a. (Dilaco)
- Solución de Fenolftaleína al 2%, p.a. (Dilaco)
- Descriptores terpenos cítricos, naranja cocida, cítrico floral, recién exprimido, pomelo, verde frutal, caramelo de lima, mandarina, cáscara, maduro, naranja madura, solvente, azucarado, tangerina, naranja maderosa (Givaudan Argentina S.A., Cuadro 2).

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Elaboración de la bebida gasificada

En el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de Givaudan Chile Ltda., se prepararon 8 lotes de 10 L cada uno, que se dispusieron en 160 botellas de 500 cc, inyectándoseles CO<sub>2</sub> por medio de una gasificadora manual. La fórmula utilizada fue la siguiente:

#### **Materias Primas**

Azúcar granulada	46,5 g
Ácido cítrico	1,68 g
Ciclamato de sodio	0,40 g
Sacarina de sodio	0,112 g
Emulsión Givaudan SC-50602-OE	1,1 g
Benzoato de sodio	0,2 g
Agua	969,4 g
	<hr/>
	1019,4 g = 1000 cc

El procedimiento de cálculo de la fórmula para asegurar una óptima solubilización de todas las materias primas está dado por el uso de la Tabla de °Brix y Sólidos solubles (Chen, 1986). En dicha tabla se expone la densidad que tiene una solución de determinados ° Brix. Para obtener la cantidad de agua a adicionar, se suman todos los sólidos que forman parte de la fórmula, incluyendo el saborizante aún cuando este es una emulsión. Obtenido ese dato, que en este caso es 49,9 g, se ingresa a la Tabla 2 por la columna 3 que otorga los gramos de sólidos por litro y se ubica dicha cantidad, si no está se interpola. Con este valor, se avanza hasta la columna 2 y se obtiene la densidad aparente y en la columna 1, los grados Brix teóricos. Finalmente se resta a esta densidad el peso de los sólidos, obteniéndose la cantidad de agua necesaria para completar la fórmula adecuadamente.

**Tabla 2. Resumen tabla de sólidos solubles y ° Brix**

① Grados Brix	② Densidad	③ Gramos de sólidos solubles por litro	
4,8	1,0189	48,77	
4,9	1,0193	49,80	
4,93	1,0194	49,99	← Interpolación
5,0	1,0197	50,84	
5,1	1,0201	51,88	

Fuente: Chen, 1986.

Luego del llenado de cada envase, se procedió a la inyección de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por medio de la gasificadora manual. Para una óptima disolución del gas dentro de la bebida, las botellas se mantuvieron en enfriamiento por 2 horas, ya que la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se puede disolver en agua aumenta notoriamente al disminuir la temperatura. La solubilidad de este gas expresada en mL  $\text{CO}_2/100\text{mL}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  a 1atm a 0 °C es 171, a 20 °C, 88 y a 60 °C, 36 (Merck, 1996). La cantidad de gas  $\text{CO}_2$  inyectada a cada botella se controló por pesada en balanza analítica, cantidad que se fijó en 3,5g  $\text{CO}_2/\text{L}$  de bebida terminada. El volumen que ocupa esa cantidad de dióxido de carbono es 1914,1  $\text{cm}^3$  (Merck, 1996). Considerando que 1,75 g de dióxido de carbono se disolvieron en 500 $\text{cm}^3$  de bebida, se dice que el nivel de gasificación es de 3,8 volúmenes, es decir, la cantidad de gas inyectado corresponde a 3,8 veces el volumen de la bebida.

### 2.2.2 Almacenamiento en las condiciones de estudio

Cuarenta (40) botellas de bebida sabor naranja fueron destinadas al estudio en condiciones de refrigeración (5° C), fueron cubiertas con trozos de cartón corrugado para evitar la incidencia de la luz y para evitar oscilaciones de temperatura al momento de abrir y cerrar la vitrina; cincuenta y dos (52) botellas fueron llevadas a un sector de la bodega del Laboratorio de Tecnología de los Alimentos de Givaudan Chile Ltda. a 20 °C y al abrigo de la luz. Las 68 botellas restantes se agruparon en dos

partes iguales, una para almacenar en estufa a 37 °C, y la otra, con exposición al ambiente en un sector de la comuna de Las Condes, en Santiago, durante los meses de Diciembre de 2005 y Enero de 2006. Las muestras fueron tomadas bajo el siguiente formato:

**Tabla 3. Criterio de toma de muestras**

Almacenamiento	Días de almacenamiento	Número de muestras
5° C y al abrigo de la luz	0, 45, 90, 135, 180	4
20° C y al abrigo de la luz	0, 45, 90, 135, 180	4
37° C y al abrigo de la luz	0, 7, 14, 21, 35, 45	4
Exposición a la luz natural	0, 7, 14, 21, 35, 45	4

### 2.2.3 Determinación de pH

Se realiza por lectura directa desde pHímetro, en quintuplicado. La muestra es pesada (50g) dentro de un vaso de precipitado de 250 cc, se deposita en su interior un agitador magnético y luego se introduce el electrodo. Una vez estabilizada la medición, se procede a obtener el valor de pH por lectura directa. (Jungsakulrujirek y Noomhorm, 1998; Cairns y col., 2002).

### 2.2.4 Índice de acidez por titulación

Por medio de la adición de una solución 0,1 N de NaOH hasta pH 8,3 es posible determinar la acidez titulable de una muestra (Jungsakulrujirek, y Noomhorm, 1998; Schulbach y col., 2004). Una vez pesada la muestra y medido el volumen de NaOH necesario para alcanzar el pH 8,3, se aplica una fórmula que entrega de forma inmediata la acidez expresada en g Acido Cítrico/1000 g o 1000 mL de muestra. Este método está basado en el método AOAC para acidez titulable en productos basados en jugos de frutas (AOAC, 1996). Las muestras fueron analizadas en quintuplicado.

### 2.2.5 Colorimetría

Este parámetro se controló por métodos objetivos (Hunter) y subjetivos (Munsell), y al igual que los métodos anteriores, se analizaron las muestras en quintuplicado. El primero es una medición por medio de un sensor conectado a un computador. En este método, el espacio de color Hunter L, a, b es un espacio tridimensional rectangular, donde el eje 'L' da cuenta de la Luminosidad y va desde 0 (oscuro) a 100 (luminoso); para el eje 'a' los valores negativos están más cerca del verde y los positivos del rojo; el eje 'b' tiene sus valores negativos cerca del azul y los positivos del amarillo (Figura C, Anexo A). La escala para los parámetros a y b, tanto para sus valores positivos como negativos, está comprendida entre 0 y 20. En este estudio se utilizó el equipo HunterLab Labscan2 SN-14177 el cual contiene una lámpara de filamento de tungsteno en su interior, con la cual ilumina la muestra a medir. La luz reflejada o transmitida por el objeto pasa entonces a una red de difracción que la rompe en el espectro. El espectro cae en una matriz de diodos que mide la luz a cada longitud de onda (HunterLab, 2001). El equipo fue ajustado para que la fuente luminosa tuviera una intensidad similar la de la luz solar en atardecer, la cual recibe la designación de  $D_{65}$ . Las escalas que entregó el equipo fueron XYZ y CieLab, la primera viene predeterminada en el equipo y es la escala que interpreta de adecuadamente la sensibilidad de los conos rojo, verde y azul del observador humano promedio; la segunda es una modificación matemática de la primera y es la representación rectangular del espacio de color HunterLab. La recomendación de CIE (*Commission Internationale de L'Eclairage* o Comisión Internacional de Iluminación) es utilizar la escala CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (HunterLab, 2001). Distintos estudios en los cuales se ha utilizado medición de color por colorimetría Hunter han usado los parámetros de ajuste del equipo utilizado en este estudio, entre ellos, Zanoni y col. (2000), Shirsat y col. (2004) y Turkmen y col. (2006). Además de la determinación de los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , es posible hacer una segunda medición que es un barrido del espectro visible para indicar en que longitudes de onda y que porcentaje de respuesta tiene la muestra en este espectro (400nm – 700nm). Esto permite una mejor comprensión de lo que está pasando con el color del objeto en estudio, en este caso la bebida gasificada.

Para complementar estas mediciones, se utilizó el método subjetivo del Libro de Color de Munsell. Se denomina subjetivo por que depende de la percepción del observador. Este método también posee un espacio de color, pero difiere del anterior en la forma de este, asimilándose en cierta forma a un cilindro. Como primer paso, A. H. Munsell divide un disco en 100 partes o tonos iguales, también denominados "Hues" (Figura E, Anexo A), agrupados en 5 tonos principales (Rojo, Amarillo, Verde, Azul y Púrpura) y 5 intermediarios (Rojo-Amarillo, Amarillo-Verde, Verde-Azul, Azul-Púrpura y Púrpura-Rojo), denominándose por las iniciales de los colores en inglés (R, Y, G, B y P; YR, GY, BG, PB, RP). De modo similar al método anterior, también se evalúa la Luminosidad (o *Value*), la cual va desde 0 (negro absoluto) al 10 (blanco absoluto). El último parámetro a medir por este método es el "*Chroma*" o "Saturación", que corresponde al grado de separación de un "*Hue*" o "Tono" dado a un gris neutral del mismo Value (Figura D, Anexo A). La notación para este método es: **H V/C**, donde H es el Hue, V el Value y C el Chroma. La medición de color se hace bajo luz normalizada comparando la muestra con patrones de color de distinto Hue, Value y Chroma (Kollmorgen, 1976). Para llevar a cabo esta medición, sobre la muestra se hizo incidir una luz blanca normalizada

#### 2.2.6 Evaluación Sensorial

El trabajo referido a evaluación sensorial comenzó con un reclutamiento de jueces para crear un panel especializado en el reconocimiento de descriptores de sabores a naranja. Los integrantes fueron alumnos de la carrera de Ingeniería en Alimentos que cursaron o estaban cursando la asignatura de Evaluación Sensorial. El número de jueces llegó a 15 personas, 7 hombres y 8 mujeres, cuyo promedio de edad era de 25 años. La invitación a participar del entrenamiento se hizo de forma personal, donde se les informaba el propósito del estudio y que sería una actividad con incentivos no monetarios. El entrenamiento de los jueces se llevó a cabo aplicando el Método Rápido de Perfil de Sabor (Acurso, 2005), el cual consta de tres etapas y utiliza una batería de descriptores, cada uno con sus propias características y que con ellos se puede construir el perfil sensorial de un saborizante a naranja.

## Cuadro 2. Set de descriptores utilizados en el entrenamiento de jueces.



La primera fase del entrenamiento consistió en conocer por medio de bandas olfatorias cada descriptor y luego asociarlos a recuerdos o sensaciones que permitieran una identificación posterior. Cada juez, luego de sentir el aroma de cada descriptor, registró en la ficha número 2 (Tabla B, Anexo B) las sensaciones o recuerdos que le serían útiles para la identificación. Esta fase del entrenamiento constó de 8 sesiones de una hora cronológica cada una. Las primeras 3, se hizo el trabajo de asociación de recuerdos de cada descriptor; durante las otras 5 se presentó a cada juez un set de bandas olfatorias impregnada con los descriptores, los cuales debieron ser identificados por medio de las asociaciones que cada juez estableció. Una vez que la tasa de aciertos llegó a un 100%, se procedió con la segunda fase del entrenamiento. Cabe destacar que cada juez contó con la ficha número 1 (Tabla A, Anexo B), en la cual se indica para cada descriptor, una definición sensorial que sirve de apoyo a los jueces en el proceso de identificación y reconocimiento.

La siguiente etapa consistió en una identificación de descriptores en bebidas carbonatadas sabor a naranja. Se utilizó para ello la misma fórmula que se utilizaría para elaborar las bebidas de este estudio, pero se emplearon distintas emulsiones con el propósito de que los jueces pudieran percibir diferencias descriptores en cada una de ellas. Se realizaron 3 sesiones y en cada una se presentaban 3 muestras identificadas con códigos de tres dígitos. Los jueces expresaron su opinión en la ficha número 3 (Tabla C, Anexo B) señalando los descriptores hallados en cada muestra. Esta fase terminó con 2 sesiones en las cuales

se identificaron los descriptores de la bebida en estudio. Pudo determinarse que los diez (10) descriptores más representativos de la bebida carbonatada en estudio fueron: terpenos cítricos, naranja cocida, recién exprimido, pomelo, cáscara, naranja madura, solvente, azucarado, tangerina, naranja maderosa.

La tercera etapa tuvo por objetivo lograr una identificación de descriptores y una posterior cuantificación de los mismos en la bebida elaborada con la emulsión de sabor en cuestión. Para ello se utilizó la ficha número 3 de respuesta que contiene una escala estructurada de 11 puntos, donde el 0 es el punto donde no se percibe el descriptor y 10, donde se percibe claramente (Ficha A, Anexo B). Esta etapa del entrenamiento se desarrolló hasta eliminar las diferencias estadísticas significativas entre jueces para cada descriptor, utilizando el Test de Rangos Múltiples de Tukey HSD (López-Planes, 1997).

Una vez finalizado el entrenamiento, los jueces fueron convocados para realizar las evaluaciones conforme el diseño experimental lo determinó. Los avisos se dieron con un mínimo de 3 días de antelación para lograr una óptima asistencia, siendo esta de 8 jueces (Wittig de Penna, 1981).

Las pruebas de evaluación sensorial se hicieron extensivas a la evaluación con consumidores. Las muestras evaluadas fueron las sometidas a almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración. El rango de edad abarcado estuvo entre los 18 y los 45 años, en personas de ambos sexos. El nivel educacional alcanzó la enseñanza media completa y la superior incompleta y completa. Se aplicó un test de aceptabilidad para los parámetros color, acidez, sabor y opinión general, los cuales debían ser calificados con nota de 1 a 7, donde 1 es "Me disgusta mucho", 4, "No me gusta ni me disgusta" y 7 a "Me gusta mucho". Cada consumidor debió expresar su opinión en una ficha creada para tal propósito (Anexo B.4). Los lugares de evaluación con consumidores fueron: Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile, Condominio San Pablo 2002 y Clínica de Implantología Sanz y Asociados, todos ubicados en Santiago.

Para el análisis estadístico, los datos tanto de las evaluaciones con jueces entrenados como con consumidores, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y Test de Rangos Múltiples de Tukey HSD con un nivel de confianza del 95%. La elección de este test está dada si el interés fundamental es comparar promedios entre dos o más grupos cuyo n no es constante y son múltiples las comparaciones que se están llevando a cabo (López Planes, 1997).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Variaciones de pH durante el almacenamiento a diferentes temperaturas

La siguiente tabla presenta los valores promedio de pH para cada caso. Se evidencia un comportamiento sin grandes variaciones en cada una de las condiciones de almacenamiento y a lo largo de todo el período de estudio.

**Tabla 4: Resultados de la medición de pH.**

Temperatura de almacenamiento	Tiempo (días)	pH ( $\bar{x} \pm d.s.$ )
Muestra Patrón	0	3,00 $\pm$ 0,01
5 °C	45	3,03 $\pm$ 0,01
	90	3,01 $\pm$ 0,02
	135	3,03 $\pm$ 0,01
	180	3,04 $\pm$ 0,01
20 °C	45	3,03 $\pm$ 0,01
	90	3,03 $\pm$ 0,01
	135	3,03 $\pm$ 0,02
	180	3,04 $\pm$ 0,01
37 °C	7	3,01 $\pm$ 0,02
	14	3,01 $\pm$ 0,01
	21	3,02 $\pm$ 0,01
	35	3,02 $\pm$ 0,02
	45	3,03 $\pm$ 0,01
Luz Natural (Temperatura Ambiental)	7	3,03 $\pm$ 0,01
	14	3,02 $\pm$ 0,02
	21	3,01 $\pm$ 0,02
	35	3,01 $\pm$ 0,01
	45	3,02 $\pm$ 0,01

### 3.2 Determinación del Índice de Acidez

La tabla 5 resume los valores obtenidos de las mediciones.

**Tabla 5: Resultados de la medición de acidez titulable.**

Temperatura de almacenamiento	Tiempo (días)	Acidez titulable (g ac. cítrico/l bebida) ( $\bar{x} \pm d.s.$ )
Muestra Patrón	0	1,68 $\pm$ 0,05
5 °C	45	2,13 $\pm$ 0,16
	90	2,70 $\pm$ 0,08
	135	3,08 $\pm$ 0,37
	180	3,22 $\pm$ 0,50
20 °C	45	2,48 $\pm$ 0,06
	90	2,67 $\pm$ 0,16
	135	3,10 $\pm$ 0,20
	180	3,06 $\pm$ 0,29
37 °C	7	2,39 $\pm$ 0,09
	14	3,15 $\pm$ 0,02
	21	3,22 $\pm$ 0,04
	35	3,30 $\pm$ 0,01
	45	3,28 $\pm$ 0,20
Luz Natural (Temperatura Ambiental)	7	2,57 $\pm$ 0,29
	14	3,26 $\pm$ 0,08
	21	3,23 $\pm$ 0,90
	35	2,71 $\pm$ 0,11
	45	3,38 $\pm$ 0,52

Es posible apreciar que hay un incremento de acidez titulable a medida que avanza el tiempo de estudio, alcanzándose los valores máximos en las muestras almacenadas a 37 °C y en las expuestas a la luz natural. Las muestras analizadas para cada almacenamiento, presentan un comportamiento similar, que es un incremento de los valores obtenidos de acidez titulable en las primeras mediciones y una tendencia a

la estabilización de estos hacia el final del periodo de estudio respectivo. Lo descrito puede ser apreciado claramente en los gráficos obtenidos (Figuras 1, 2, 3 y 4), especialmente en los correspondientes a los almacenamientos a 20° y 37 °C. El incremento de los valores de acidez titulable se contrapone con la estabilidad obtenida en los valores de pH, representados en los mismos gráficos por una línea azul. Este comportamiento en el pH se repite en los 4 almacenamientos, quedando el valor de este parámetro en torno a 3.

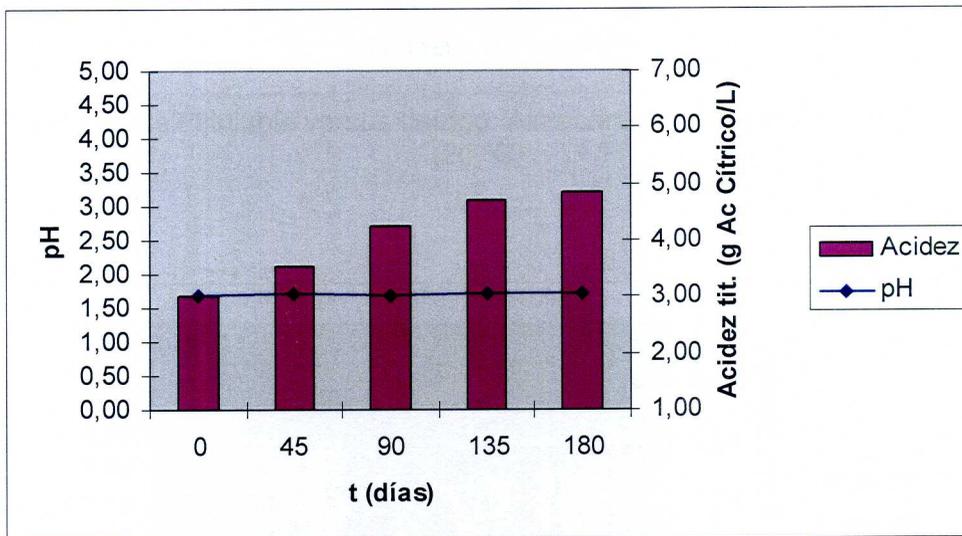


Figura 1: pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento refrigerado (5 °C)

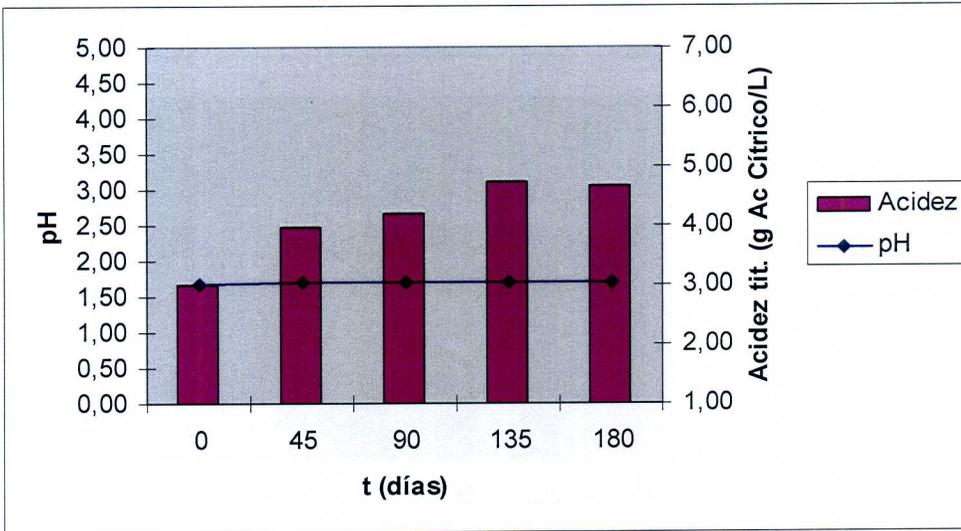


Figura 2: pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento a temperatura ambiente (20 °C)

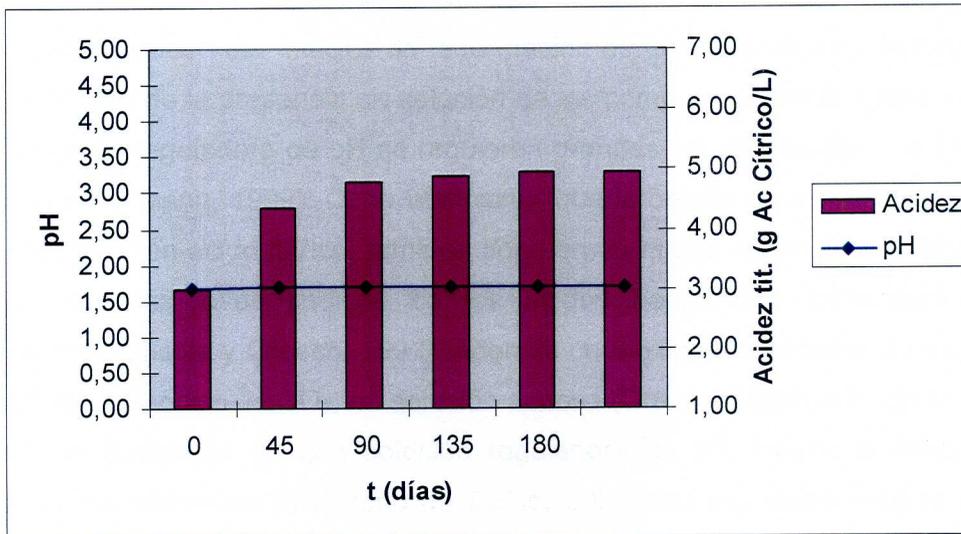


Figura 3: pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento en estufa (37 °C)

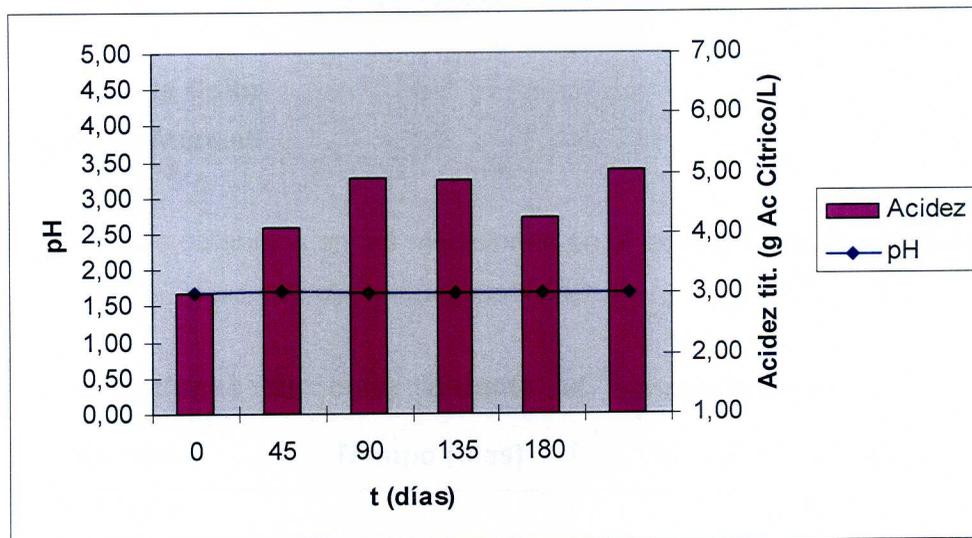


Figura 4: pH y acidez titulable versus tiempo. Almacenamiento expuesto a luz natural

Esta situación, estables valores de pH e incremento de valores de acidez titulable, pueden dar indicios de la formación de una solución reguladora de pH o *buffer*, producto de la presencia en solución de los compuestos ácido cítrico y citrato. En toda solución reguladora de pH se requieren grandes cantidades de  $H^+$  o  $OH^-$  para modificar el pH (Chang, 1999). Cabe mencionar que la bebida en estudio, además de contener en solución ácido cítrico, también tiene en su matriz benzoato y ciclamato de sodio que son las sales sódicas de los ácidos benzoico y ciclohexilsulfámico respectivamente (Belitz y Grosch, 1997), además de dióxido de carbono el cual tiende a formar ácido carbónico,  $H_2CO_3$ , en solución acuosa (Drago y Matwiyoff, 1972), lo cual favorecería la formación de una solución reguladora de pH. Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Ministerio de Salud, 2005), no hay disposiciones para el contenido de ácido cítrico en bebidas analcohólicas, por lo que el aumento de la acidez no se consideraría como un incumplimiento de la reglamentación vigente. Una gaseosa sabor naranja tiene en promedio una acidez, expresada en % p/v de ácido cítrico, de 0,22% p/v (Wen y col., 2004) y para un jugo de naranjas, este valor fluctúa entre 0,22% p/v y 0,29% p/v (Jungsakulrujirek y Noomhorm, 1998). Al comparar el valor inicial de la bebida en estudio que es 0,168% p/v con lo valores mencionados se infiere que los

valores iniciales para la acidez titulable están cerca de los valores comunes para bebidas analcohólicas sabor naranja o jugos de naranjas.

### 3.3 Mediciones de Color

#### 3.3.1 Método de Munsell

Los valores obtenidos en las mediciones en el equipo Munsell se detallan en la tabla 6:

**Tabla 6: Variaciones de color durante el almacenamiento en diferentes condiciones (Munsell)**

Tratamiento	Tiempo (días)	Variación de color
Estándar	0	2,5 YR 6/16
5 °C	45	2,5 YR 6/16
	90	2,5 YR 6/16
	135	2,5 YR 6/16
	180	2,5 YR 6/16
20 °C	45	2,5 YR 6/16
	90	2,5 YR 6/16
	135	2,5 YR 6/16
	180	2,5 YR 6/14
37 °C	7	2,5 YR 6/16
	14	2,5 YR 6/16
	21	2,5 YR 6/14
	35	2,5 YR 6/14
	45	2,5 YR 6/14
Luz natural	7	2,5 YR 6/16
	14	2,5 YR 6/14
	21	2,5 YR 6/14
	35	2,5 YR 6/14
	45	2,5 YR 6/14

### 3.3.2 Método Hunter

Los valores obtenidos para los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^{*2}$  para las muestras durante el tiempo de estudio se detalla en la tabla 7. La reflectancia en el espectro visible para cada muestra en los distintos almacenamientos se encuentra en las figuras 5, 6, 7 y 8.

**Tabla 7: Variaciones de color durante el almacenamiento en diferentes condiciones (Hunter)**

	Tiempo (días)	$L^*$ ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	$a^*$ ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	$b^*$ ( $\bar{x} \pm d.s.$ )
<b>Muestra Patrón</b>	0	15,2 $\pm$ 0,27	18,8 $\pm$ 0,13	21,5 $\pm$ 0,29
	45	13,6 $\pm$ 0,20	18,0 $\pm$ 0,17	20,4 $\pm$ 0,36
<b>Refrigerado 5 °C</b>	90	13,7 $\pm$ 0,14	18,0 $\pm$ 0,17	20,0 $\pm$ 0,24
	135	13,8 $\pm$ 0,07	18,3 $\pm$ 0,11	20,2 $\pm$ 0,17
	180	13,2 $\pm$ 0,22	18,3 $\pm$ 0,05	20,6 $\pm$ 0,46
	45	13,6 $\pm$ 0,23	17,7 $\pm$ 0,24	19,6 $\pm$ 0,27
<b>Ambiente 20 °C</b>	90	13,3 $\pm$ 0,19	18,1 $\pm$ 0,13	19,9 $\pm$ 0,19
	135	13,6 $\pm$ 0,21	18,4 $\pm$ 0,12	20,6 $\pm$ 0,29
	180	13,6 $\pm$ 0,07	18,0 $\pm$ 0,18	20,7 $\pm$ 0,21
	7	13,8 $\pm$ 0,26	18,1 $\pm$ 0,25	20,5 $\pm$ 0,38
<b>Luz natural</b>	14	13,6 $\pm$ 0,10	18,2 $\pm$ 0,21	20,6 $\pm$ 0,17
	21	13,8 $\pm$ 0,09	17,9 $\pm$ 0,14	20,4 $\pm$ 0,20
	35	13,5 $\pm$ 0,14	18,1 $\pm$ 0,15	20,2 $\pm$ 0,06
	45	13,8 $\pm$ 0,27	17,8 $\pm$ 0,43	20,7 $\pm$ 0,56
	7	13,8 $\pm$ 0,09	17,9 $\pm$ 0,14	20,2 $\pm$ 0,10
<b>Estufa 37 °C</b>	14	14,3 $\pm$ 0,39	17,8 $\pm$ 0,37	20,8 $\pm$ 0,28
	21	13,6 $\pm$ 0,11	17,9 $\pm$ 0,22	20,4 $\pm$ 0,21
	35	13,5 $\pm$ 0,16	18,1 $\pm$ 0,21	20,1 $\pm$ 0,14
	45	13,7 $\pm$ 0,10	18,1 $\pm$ 0,06	20,5 $\pm$ 0,19

<sup>2</sup>  $L^*$ : Luminosidad de la muestra. Escala: 0 (oscuro) a 100 (luminoso)

$a^*$ : Espacio entre el verde y el rojo. Escala: -20 (verde) a +20 (rojo)

$b^*$ : Espacio entre el azul y el amarillo. Escala: -20 (azul) a +20 (amarillo)

El método de cuantificación de color por el método subjetivo de Munsell dio cuenta de una mínima diferencia, ya que el paso del valor **2,5 YR 6/16** al valor **2,5 YR 6/14** expresa solamente una disminución del parámetro chroma o saturación. Esto es, en términos simples, una pérdida de color pero no de luminosidad ni de tono. Al disminuir la saturación únicamente, el color va perdiendo intensidad y se va acercando hacia el gris. Según el postulado de Munsell, el espacio tiene un eje neutro que da cuenta de la luminosidad y alrededor de este se diseminan todos los colores (Kollmorgen, 1976). En la Figura E (Anexo A), el eje neutro está representado por la letra N. Esta diferencia es casi imperceptible a primera vista del ojo humano, es por ello que se requiere una observación detenida bajo la luz normalizada del equipo y un alto grado de concentración. Podemos inferir de los resultados que el cambio de color respecto del patrón, que fue la muestra con 0 días de almacenamiento, no se produce en la bebida almacenada a 5 °C. En cambio, las otras muestras presentan cambios de color en las mediciones realizadas a los 180, 21 y 14 días para los almacenamientos a 20 °C, 37 °C y exposición a luz natural, respectivamente. La leve diferencia percibida no permite recomendar este método en similares estudios a futuro.

Por otra parte, la medición de color por el método Hunter ha mostrado diferencias, en detrimento del color, a lo largo del período de estudio. En términos generales, la bebida ha ido perdiendo luminosidad, también ha perdido saturación de color y el tono de color ha ido cambiando. El equipo luego de cada medición versus el patrón ha arrojado el mensaje “La muestra es más oscura, menos roja y menos amarilla que el patrón”. Esto nos permite traducir a un lenguaje más simple el hecho de que los valores para los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  van disminuyendo a medida que avanza el estudio, ya que la muestra patrón está ubicada en un lugar del espacio HunterLab donde predominan los tonos rojos y amarillos (parámetro  $+a^*$  y  $+b^*$ ) y donde tiene una dada luminosidad (parámetro  $L^*$ ) (Figura C, Anexo A). El equipo de medición HunterLab también puede entregar datos del lugar del espectro visible donde la muestra posee mayor reflectancia. Esta se ubica entre los 570 y los 700 nm precisamente donde dominan los colores rojos y amarillos (Figuras 5 a 8). Es importante señalar que la colorimetría HunterLab, aún siendo un método objetivo de análisis y la escala  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  diseñada para este tipo de mediciones, es complejo para aplicar y de interpretar.

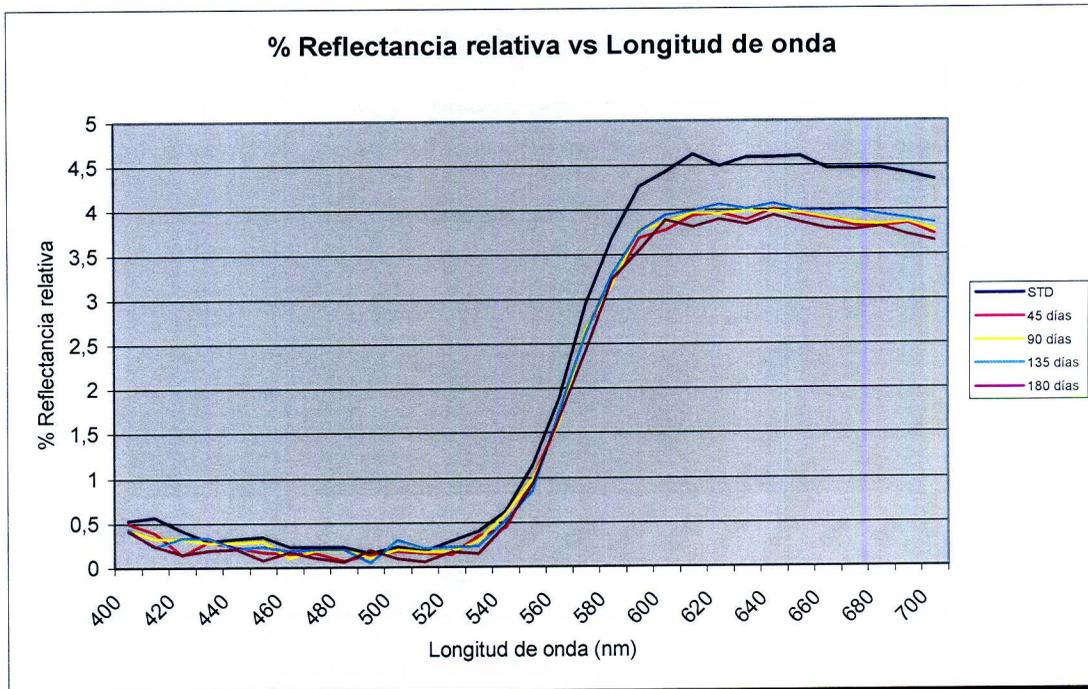


Figura 5. Variaciones de la reflectancia (R) durante el almacenamiento a 5 °C

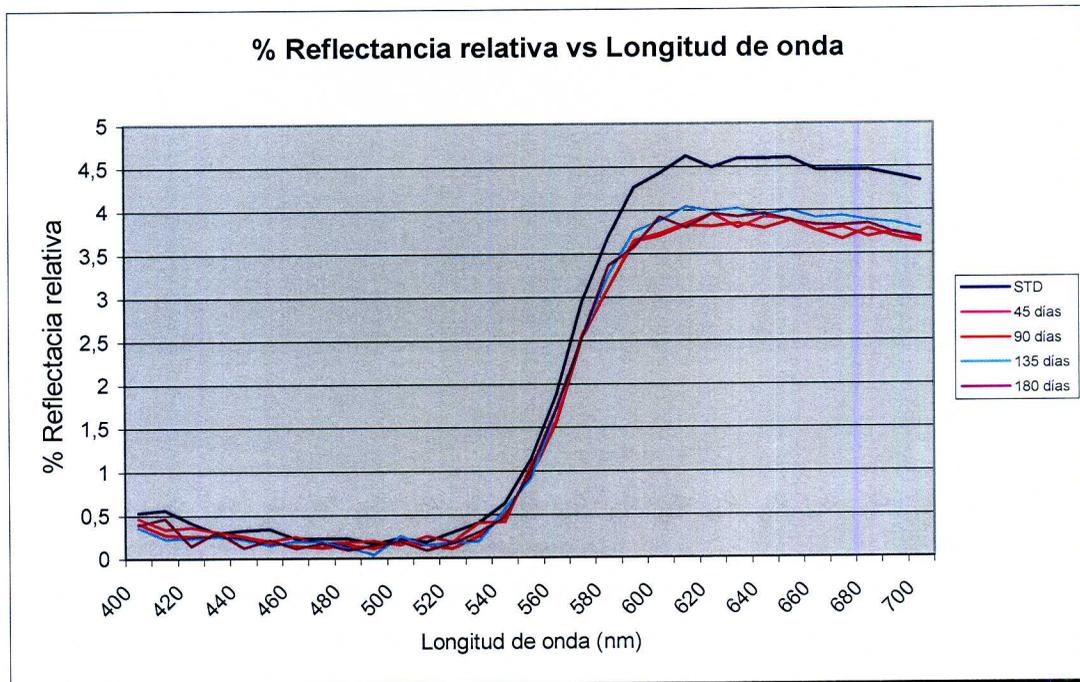


Figura 6: Variaciones de la reflectancia (R) durante el almacenamiento a 20 °C

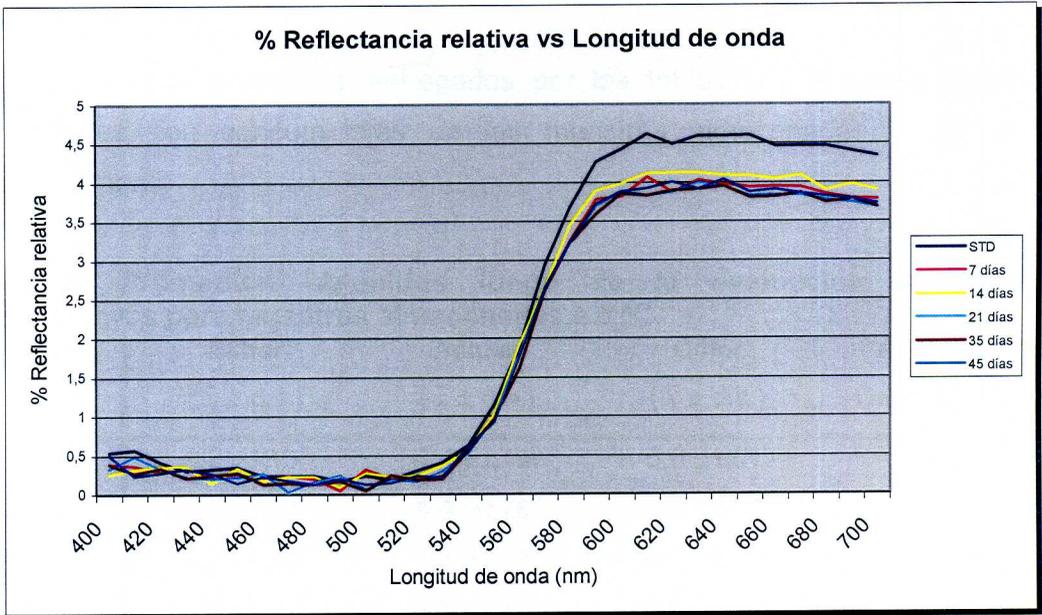


Figura 7: Variaciones de la reflectancia (R) durante el almacenamiento a 37 °C

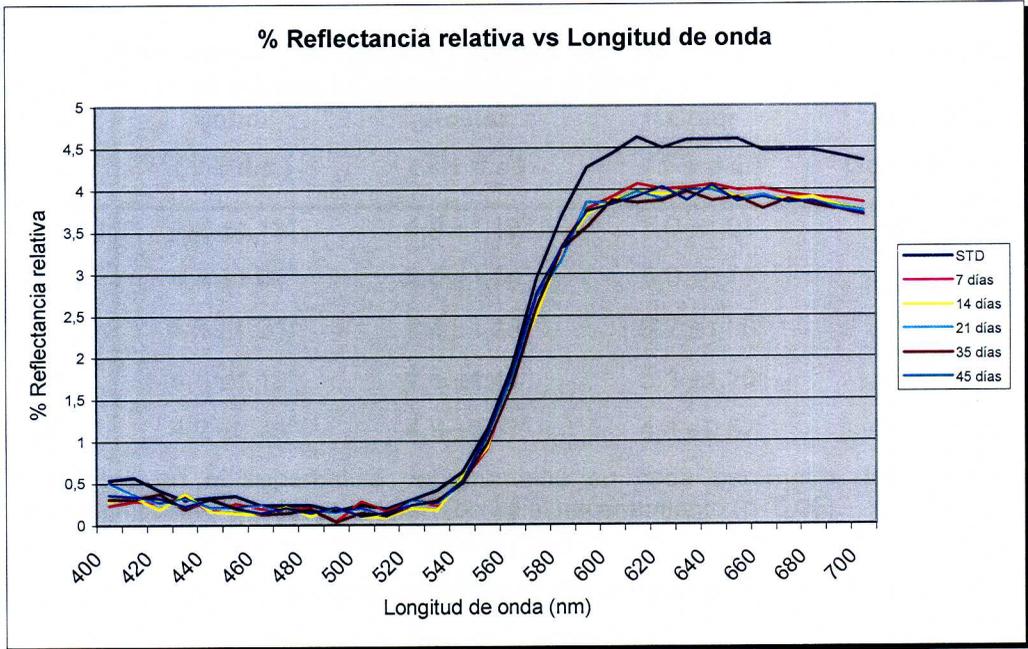


Figura 8: Variaciones de la reflectancia (R) durante la exposición a luz natural

### 3.4 Evaluación Sensorial

Los promedios entregados por las tablas 8 y 9 corresponden a las evaluaciones con consumidores de las muestras almacenadas a 20° y 5 °C, respectivamente.

**Tabla 8: Promedios obtenidos luego de la evaluación sensorial con consumidores para muestras almacenadas a 5 °C.**

Tiempo (días)	Sabor ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Acidez ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Color ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Aceptabilidad General ( $\bar{x} \pm d.s.$ )
0	4,2 ±1,13 <sup>a</sup>	4,4 ±1,19 <sup>b</sup>	5,0 ±1,01 <sup>c</sup>	4,4 ±1,03 <sup>d</sup>
45	4,6 ±1,13 <sup>a</sup>	4,4 ±0,78 <sup>b</sup>	4,6 ±1,00 <sup>c</sup>	4,6 ±1,00 <sup>d,e</sup>
90	4,2 ±1,24 <sup>a</sup>	4,3 ±1,20 <sup>b</sup>	5,0 ±1,14 <sup>c</sup>	4,5 ±1,04 <sup>d</sup>
135	4,8 ±1,24 <sup>a</sup>	4,5 ±1,78 <sup>b</sup>	5,2 ±1,25 <sup>c</sup>	5,2 ±1,21 <sup>e</sup>
180	4,7 ±1,01 <sup>a</sup>	5,0 ±1,20 <sup>b</sup>	5,1 ±1,11 <sup>c</sup>	4,8 ±1,12 <sup>d,e</sup>

Letras distintas en el superíndice del promedio en cada parámetro denotan diferencia estadística significativa a lo largo del período de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 9: Promedios obtenidos luego de la evaluación sensorial con consumidores para muestras almacenadas a 20 °C.**

Tiempo (días)	Sabor ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Acidez ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Color ( $\bar{x} \pm d.s.$ )	Aceptabilidad General ( $\bar{x} \pm d.s.$ )
0	4,2 ±1,13 <sup>a</sup>	4,4 ±1,19 <sup>b</sup>	5,0 ±1,01 <sup>c</sup>	4,4 ±1,03 <sup>e</sup>
45	4,8 ±1,00 <sup>a</sup>	5,0 ±1,06 <sup>b</sup>	5,0 ±0,73 <sup>c</sup>	4,7 ±0,54 <sup>e,f</sup>
90	4,5 ±1,21 <sup>a</sup>	4,4 ±1,28 <sup>b</sup>	5,2 ±1,00 <sup>c</sup>	4,6 ±1,09 <sup>e,f</sup>
135	4,8 ±1,13 <sup>a</sup>	4,5 ±1,44 <sup>b</sup>	5,1 ±1,20 <sup>c</sup>	5,0 ±1,18 <sup>f</sup>
180	4,2 ±0,70 <sup>a</sup>	4,9 ±0,67 <sup>b</sup>	4,1 ±0,57 <sup>c</sup>	4,4 ±0,52 <sup>e</sup>

Letras distintas en el superíndice del promedio en cada parámetro denotan diferencia estadística significativa a lo largo del período de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

Según los valores obtenidos, los consumidores califican la bebida en estudio entre “no me gusta ni me disgusta” y “me gusta levemente”, es decir, con nota entre 4 y 5 en una escala de 1 a 7 (Anexo B, Ficha A).

**Tabla 10: Análisis de varianza de dos vías para muestras evaluadas por consumidores**

Variables	Parámetros		Sabor	Acidez	Color	Aceptabilidad General
			( $\bar{x} \pm d.s.$ )	( $\bar{x} \pm d.s.$ )	( $\bar{x} \pm d.s.$ )	( $\bar{x} \pm d.s.$ )
Temperatura almacenamiento	5° C		4,5 ±0,76 <sup>a</sup>	4,5 ±0,08 <sup>a</sup>	5,0 ±0,07 <sup>a</sup>	4,6 ±0,07 <sup>a</sup>
	20° C		4,5 ±0,76 <sup>a</sup>	4,6 ±0,08 <sup>a</sup>	4,9 ±0,07 <sup>a</sup>	4,7 ±0,07 <sup>a</sup>
Días de almacenamiento	0		<b>4,3 ±0,12<sup>b</sup></b>	<b>4,4 ±0,13<sup>b</sup></b>	5,0 ±0,11 <sup>b,c</sup>	<b>4,4 ±0,10<sup>b</sup></b>
	45		4,7 ±0,12 <sup>b,c</sup>	4,7 ±0,13 <sup>b,c</sup>	4,8 ±0,11 <sup>b,c</sup>	4,6 ±0,10 <sup>b</sup>
	90		4,3 ±0,12 <sup>b,c</sup>	4,3 ±0,13 <sup>b</sup>	5,1 ±0,11 <sup>c</sup>	4,5 ±0,10 <sup>b</sup>
	135		<b>4,8 ±0,12<sup>c</sup></b>	4,5 ±0,14 <sup>b,c</sup>	5,1 ±0,11 <sup>c</sup>	<b>5,1 ±0,11<sup>c</sup></b>
	180		4,5 ±0,12 <sup>b,c</sup>	<b>4,9 ± 0,14<sup>c</sup></b>	4,6 ±0,11 <sup>b</sup>	4,6 ±0,11 <sup>b</sup>

Letras distintas en el superíndice del promedio en cada parámetro denotan diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).

El análisis de ANOVA (Tablas 8 y 9) para los promedios de las evaluaciones con consumidores, no muestra diferencias significativas frente al patrón salvo en la 'Aceptabilidad General' a los 135 días en ambos almacenamientos. Los otros 3 parámetros (Sabor, Acidez y Color) no presentan diferencias significativas frente a la muestra patrón (0 días de almacenamiento). La Tabla 10 exhibe un análisis de ANOVA de dos vías, es decir el efecto independiente de cada una de las variables de almacenamiento, temperatura al abrigo de la luz y tiempo. La primera, no muestra diferencias significativas en ningún parámetro, es decir, la temperatura de almacenamiento no modifica la opinión de los consumidores. En cambio, los días de almacenamiento sí lo hacen, salvo en el parámetro color. En 'Sabor', 'Acidez' y 'Aceptabilidad General', las diferencias se hacen presentes a los 135, 180 y 135 días respectivamente, al compararlas con la muestra de 0 días de almacenamiento.

La Tabla 11 resume los promedios con jueces entrenados. Se indican los 10 descriptores que obtuvieron el más alto nivel de aciertos (100%) al final de la etapa 2 del entrenamiento. Se observa que las muestras almacenadas a 20° C al abrigo de la luz, no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en ninguno de los descriptores a lo largo del estudio en comparación con la muestra patrón. Con esto, es factible aseverar que la bebida en estudio tiene una estabilidad sensorial de 6 meses

en estas condiciones. Una mejor visualización de los resultados sensoriales se puede obtener por medio del uso de gráficos “tela de araña”. En las figuras 9 a la 12, se representan cada uno de los perfiles sensoriales obtenidos a lo largo del estudio de acuerdo al almacenamiento y a los puntos de toma de muestras. En la Figura 10 correspondiente al almacenamiento a 20° C al abrigo de la luz es posible apreciar que los perfiles obtenidos a lo largo del estudio conservan, de cierta manera, una forma similar a la muestra patrón. En cambio en las muestras almacenadas en estufa a 37° C al abrigo de la luz y en las expuestas a la luz natural, se observan alteraciones notorias en la forma del gráfico; estos cambios pueden ser atribuibles a la aparición de diferencias estadísticas significativas en dichos almacenamientos.

En cuanto a las muestras conservadas en refrigeración (5° C al abrigo de la luz), sólo el descriptor “Tangerina” muestra diferencia estadística significativa entre el patrón y la muestra analizada a los 135 días de almacenamiento. Respecto a las muestras en deterioro forzado, específicamente las muestras almacenadas en estufa a 37 °C al abrigo de la luz, no hubo diferencias significativas en 8 de los 10 descriptores, siendo “Pomelo” y “Tangerina” aquellos que las presentaron. Esta diferencia se hace presente en ambos descriptores a los 7 y 21 días de almacenamiento en estufa a 37°C al abrigo de la luz. En el caso del almacenamiento con exposición a la luz natural y por consecuencia, a la radiación ultravioleta, las diferencias significativas aparecen en 4 de los 10 descriptores, siendo estos “Terpenos cítricos”, desde los 21 días, “Pomelo” a los 7 días, “Solvente”, desde los 7 días, y “Tangerina”, desde los 7 días. El resto de los descriptores no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Mención especial cabe hacer a la aparición de resabios poliméricos en las bebidas expuestas a la luz natural. A partir de la evaluación del día 14, los jueces notaron la aparición de una fuerte nota “a plástico”, la que se intensificó a medida que avanzaban los días de estudio, sin embargo no se asoció a ningún descriptor. (Figuras 9 a la 12).

Tabla 11: Resumen de evaluación de descriptores<sup>3</sup>.

Almacenamiento	Tiempo (días)	TPC	NJC	REX	POM	CSC	NJM	SOL	AZU	TNG	WOR
5° C	Patrón	1,9 ±2,2 <sup>a</sup>	3,2 ±2,5 <sup>b</sup>	4,5 ±2,8 <sup>c</sup>	4,7 ±1,3 <sup>d</sup>	3,4 ±1,5 <sup>e</sup>	2,9 ±1,9 <sup>f</sup>	0,8 ±0,6 <sup>g</sup>	4,4 ±2,5 <sup>h</sup>	1,9 ±1,4 <sup>i</sup>	6,0 ±2,1 <sup>k</sup>
	45	1,6 ±1,3 <sup>a</sup>	1,8 ±1,4 <sup>b</sup>	4,9 ±1,2 <sup>c</sup>	5,3 ±1,2 <sup>d</sup>	2,4 ±0,8 <sup>e</sup>	3,6 ±1,3 <sup>f</sup>	0,8 ±0,8 <sup>g</sup>	3,9 ±1,4 <sup>h</sup>	2,4 ±0,8 <sup>i,j</sup>	6,9 ±1,2 <sup>k</sup>
	90	1,8 ±2,0 <sup>a</sup>	2,8 ±2,3 <sup>b</sup>	3,7 ±2,0 <sup>c</sup>	3,8 ±2,0 <sup>d</sup>	2,9 ±1,9 <sup>e</sup>	3,5 ±2,7 <sup>f</sup>	0,9 ±1,0 <sup>g</sup>	4,4 ±2,1 <sup>h</sup>	2,7 ±1,7 <sup>i,j</sup>	6,6 ±1,4 <sup>k</sup>
	135	3,2 ±1,7 <sup>a</sup>	2,2 ±1,2 <sup>b</sup>	3,0 ±1,5 <sup>c</sup>	3,7 ±1,2 <sup>d</sup>	3,2 ±1,0 <sup>e</sup>	4,7 ±1,2 <sup>f</sup>	2,0 ±1,8 <sup>g</sup>	2,0 ±1,2 <sup>h</sup>	4,4 ±1,1 <sup>i</sup>	4,7 ±1,6 <sup>k</sup>
	180	3,4 ±2,3 <sup>a</sup>	3,2 ±0,8 <sup>b</sup>	3,2 ±0,8 <sup>c</sup>	4,0 ±1,8 <sup>d</sup>	3,2 ±1,3 <sup>e</sup>	4,7 ±1,2 <sup>f</sup>	2,0 ±1,8 <sup>g</sup>	3,8 ±2,3 <sup>h</sup>	4,0 ±1,0 <sup>i,j</sup>	5,8 ±2,0 <sup>k</sup>
20° C	Patrón	1,9 ±2,2 <sup>a</sup>	3,2 ±2,5 <sup>b</sup>	4,5 ±2,8 <sup>c</sup>	4,7 ±1,3 <sup>d</sup>	3,4 ±1,5 <sup>e</sup>	2,9 ±1,9 <sup>f</sup>	0,8 ±0,6 <sup>g</sup>	4,4 ±2,5 <sup>h</sup>	1,9 ±1,4 <sup>i</sup>	6,0 ±2,1 <sup>k</sup>
	45	2,8 ±1,7 <sup>a</sup>	1,8 ±1,4 <sup>b</sup>	4,4 ±1,3 <sup>c</sup>	5,1 ±0,8 <sup>d</sup>	2,8 ±1,4 <sup>e</sup>	4,3 ±1,2 <sup>f</sup>	1,4 ±0,7 <sup>g</sup>	3,6 ±1,8 <sup>h</sup>	2,4 ±1,3 <sup>i</sup>	5,7 ±0,8 <sup>k</sup>
	90	3,6 ±1,7 <sup>a</sup>	2,2 ±2,0 <sup>b</sup>	3,9 ±2,2 <sup>c</sup>	4,3 ±1,2 <sup>d</sup>	5,2 ±2,7 <sup>e</sup>	4,2 ±2,6 <sup>f</sup>	2,3 ±2,2 <sup>g</sup>	3,5 ±2,2 <sup>h</sup>	2,6 ±2,2 <sup>i</sup>	4,4 ±1,7 <sup>k</sup>
	135	1,5 ±0,5 <sup>a</sup>	2,8 ±1,5 <sup>b</sup>	2,8 ±1,8 <sup>c</sup>	3,3 ±1,5 <sup>d</sup>	3,7 ±1,5 <sup>e</sup>	3,7 ±1,3 <sup>f</sup>	1,5 ±0,5 <sup>g</sup>	3,0 ±2,0 <sup>h</sup>	4,0 ±1,6 <sup>i</sup>	4,0 ±1,4 <sup>k</sup>
	180	4,4 ±2,9 <sup>a</sup>	2,6 ±1,8 <sup>b</sup>	3,3 ±1,5 <sup>c</sup>	3,0 ±1,0 <sup>d</sup>	3,8 ±2,0 <sup>e</sup>	4,4 ±2,0 <sup>f</sup>	2,6 ±2,2 <sup>g</sup>	3,4 ±1,8 <sup>h</sup>	2,3 ±0,6 <sup>i</sup>	5,8 ±2,0 <sup>k</sup>
37° C	Patrón	1,9 ±2,2 <sup>a</sup>	3,2 ±2,5 <sup>b</sup>	4,5 ±2,8 <sup>c</sup>	4,7 ±1,3 <sup>d</sup>	3,4 ±1,5 <sup>e</sup>	2,9 ±1,9 <sup>f</sup>	0,8 ±0,6 <sup>g</sup>	4,4 ±2,5 <sup>h</sup>	1,9 ±1,4 <sup>i</sup>	6,0 ±2,1 <sup>k</sup>
	7	4,0 ±2,6 <sup>a</sup>	3,0 ±2,0 <sup>b</sup>	3,3 ±1,0 <sup>c</sup>	2,0 ±1,4 <sup>e</sup>	3,2 ±0,7 <sup>f</sup>	3,7 ±1,9 <sup>g</sup>	2,3 ±2,2 <sup>h</sup>	3,5 ±1,8 <sup>i</sup>	4,8 ±2,1 <sup>k</sup>	5,5 ±2,0 <sup>k</sup>
	14	4,3 ±1,8 <sup>a</sup>	2,7 ±1,4 <sup>b</sup>	3,2 ±1,6 <sup>c</sup>	2,7 ±1,6 <sup>d,e</sup>	3,8 ±0,7 <sup>f</sup>	4,2 ±2,3 <sup>g</sup>	2,6 ±2,7 <sup>h</sup>	2,5 ±1,6 <sup>i</sup>	4,6 ±1,3 <sup>k</sup>	4,8 ±1,0 <sup>k</sup>
	21	3,7 ±1,0 <sup>a</sup>	2,8 ±1,3 <sup>b</sup>	2,7 ±1,8 <sup>c</sup>	2,3 ±1,0 <sup>e</sup>	3,7 ±2,4 <sup>f</sup>	3,2 ±2,1 <sup>g</sup>	1,6 ±0,9 <sup>h</sup>	3,3 ±2,1 <sup>i</sup>	5,4 ±1,9 <sup>k</sup>	4,2 ±2,1 <sup>k</sup>
	35	2,7 ±1,0 <sup>a</sup>	3,0 ±1,3 <sup>b</sup>	2,3 ±1,5 <sup>c</sup>	3,3 ±1,3 <sup>d,e</sup>	2,3 ±2,5 <sup>f</sup>	3,8 ±1,7 <sup>g</sup>	1,2 ±0,8 <sup>h</sup>	4,2 ±2,2 <sup>i</sup>	3,8 ±1,6 <sup>k</sup>	5,5 ±2,0 <sup>k</sup>
45	4,2 ±0,8 <sup>a</sup>	5,0 ±1,8 <sup>b</sup>	1,8 ±1,2 <sup>c</sup>	4,4 ±1,3 <sup>d,e</sup>	2,0 ±2,4 <sup>f</sup>	3,0 ±1,9 <sup>g</sup>	2,0 ±1,6 <sup>h</sup>	3,8 ±0,8 <sup>i</sup>	2,3 ±0,6 <sup>k</sup>	6,2 ±0,8 <sup>k</sup>	
Luz natural	Patrón	1,9 ±2,2 <sup>a</sup>	3,2 ±2,5 <sup>b</sup>	4,5 ±2,8 <sup>c</sup>	4,7 ±1,3 <sup>d</sup>	3,4 ±1,5 <sup>e</sup>	2,9 ±1,9 <sup>f</sup>	0,8 ±0,6 <sup>g</sup>	4,4 ±2,5 <sup>h</sup>	1,9 ±1,4 <sup>i</sup>	6,0 ±2,1 <sup>k</sup>
	7	3,2 ±0,8 <sup>a,b</sup>	4,3 ±0,5 <sup>d</sup>	2,5 ±1,8 <sup>e</sup>	2,3 ±1,5 <sup>g</sup>	3,0 ±1,7 <sup>h</sup>	3,5 ±2,5 <sup>i</sup>	1,5 ±1,6 <sup>j,k</sup>	4,3 ±1,9 <sup>l</sup>	4,8 ±1,8 <sup>n</sup>	7,3 ±1,3 <sup>o</sup>
	14	5,4 ±2,0 <sup>a,b,c</sup>	2,8 ±1,6 <sup>d</sup>	2,0 ±1,4 <sup>e</sup>	2,6 ±1,5 <sup>f,g</sup>	2,4 ±1,5 <sup>h</sup>	4,9 ±1,0 <sup>i</sup>	3,5 ±1,3 <sup>k</sup>	3,0 ±2,5 <sup>l</sup>	3,0 ±1,1 <sup>m,n</sup>	3,6 ±1,3 <sup>o,p</sup>
	21	4,0 ±2,8 <sup>b,c</sup>	1,8 ±1,9 <sup>d</sup>	2,0 ±1,5 <sup>e</sup>	1,8 ±1,3 <sup>g</sup>	1,7 ±1,3 <sup>h</sup>	3,3 ±2,7 <sup>i</sup>	3,0 ±2,5 <sup>j,k</sup>	3,0 ±2,4 <sup>l</sup>	2,6 ±0,5 <sup>m,n</sup>	3,5 ±2,2 <sup>p</sup>
	35	6,7 ±1,6 <sup>b,c</sup>	3,7 ±1,9 <sup>d</sup>	2,5 ±2,5 <sup>e</sup>	3,2 ±1,2 <sup>f,g</sup>	2,3 ±1,7 <sup>h</sup>	4,7 ±2,2 <sup>i</sup>	2,0 ±0,7 <sup>j,k</sup>	2,7 ±1,7 <sup>l</sup>	2,6 ±1,5 <sup>m,n</sup>	4,0 ±1,7 <sup>o,p</sup>
45	6,0 ±1,0 <sup>c</sup>	3,8 ±1,9 <sup>d</sup>	1,5 ±0,6 <sup>e</sup>	2,0 ±1,6 <sup>g</sup>	1,2 ±1,1 <sup>h</sup>	5,0 ±1,8 <sup>i</sup>	4,0 ±2,3 <sup>k</sup>	3,8 ±2,2 <sup>l</sup>	2,7 ±0,6 <sup>m,n</sup>	5,5 ±2,6 <sup>o,p</sup>	

Letras distintas en el superíndice del promedio en cada parámetro denotan diferencia estadística significativa (p<0,05).

<sup>3</sup> Resultados expresados como promedios junto con su desviación estándar ( $\bar{x} \pm d.s.$ )

STD: Muestra patrón;

TPC: Terpenos cítricos;

NJC: Naranja cocida;

REX: Recién exprimido;

POM: Pomelo;

CSC: Cáscara;

NJM: Naranja Madura;

SOL: Solvente;

AZU: Azucarado;

TNG: Tangerina;

WOR: Naranja Maderosa.

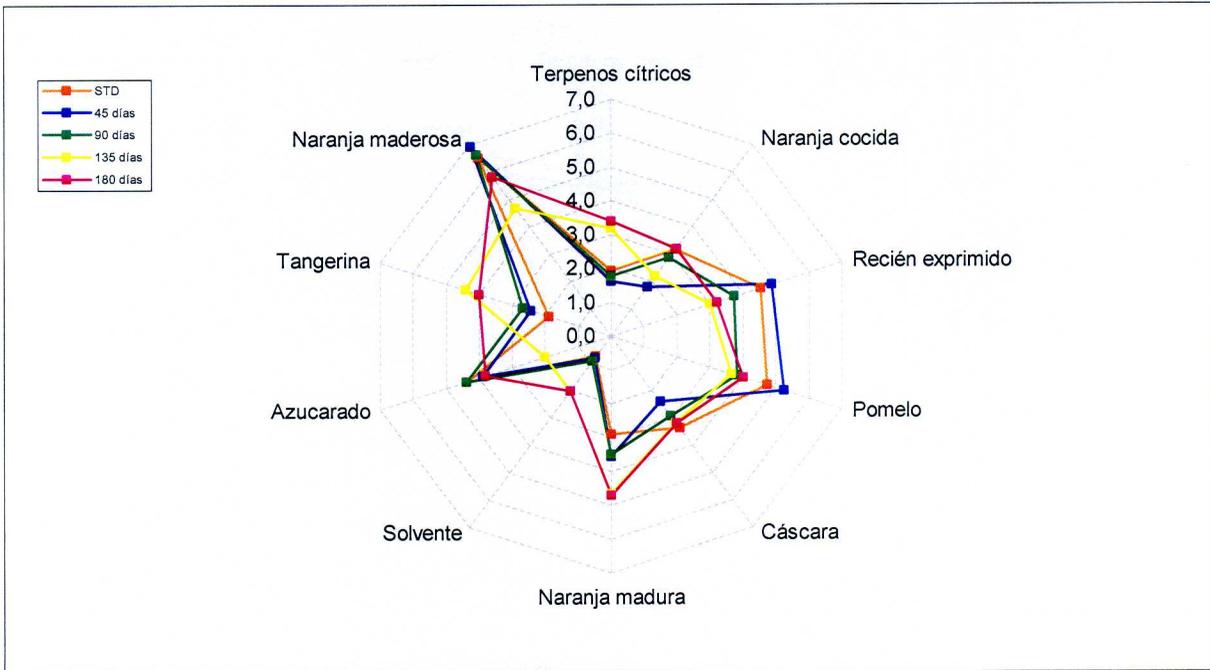


Figura 9. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 5 °C

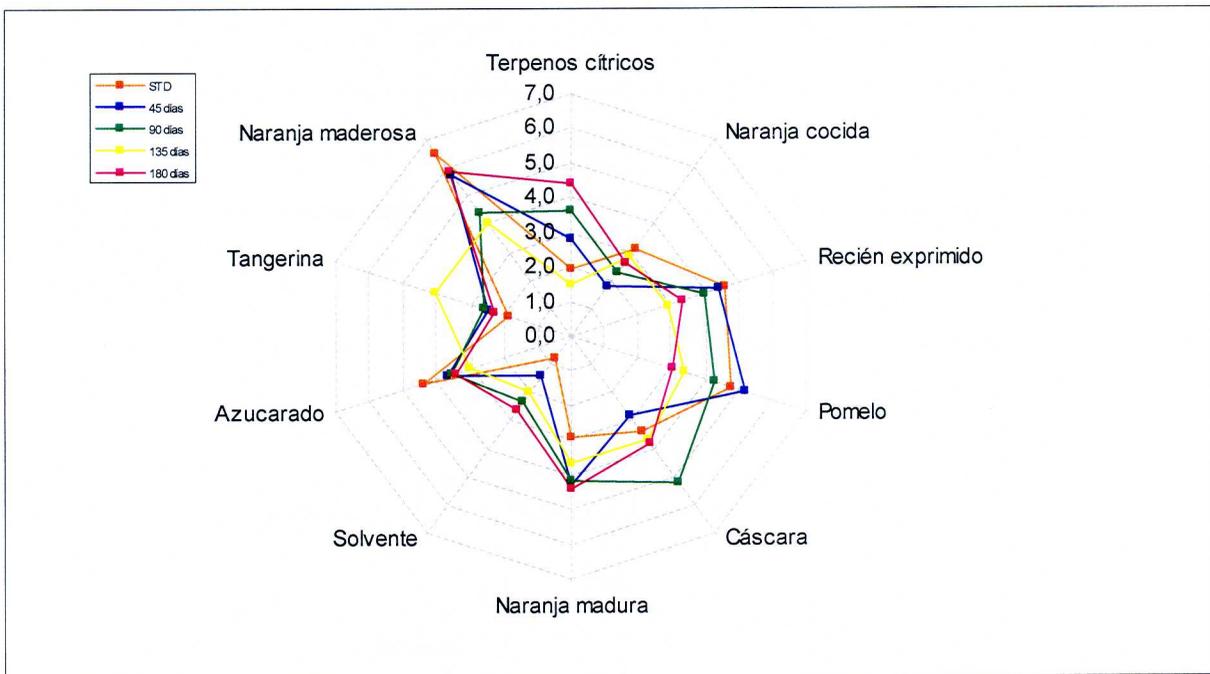


Figura 10. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 20 °C

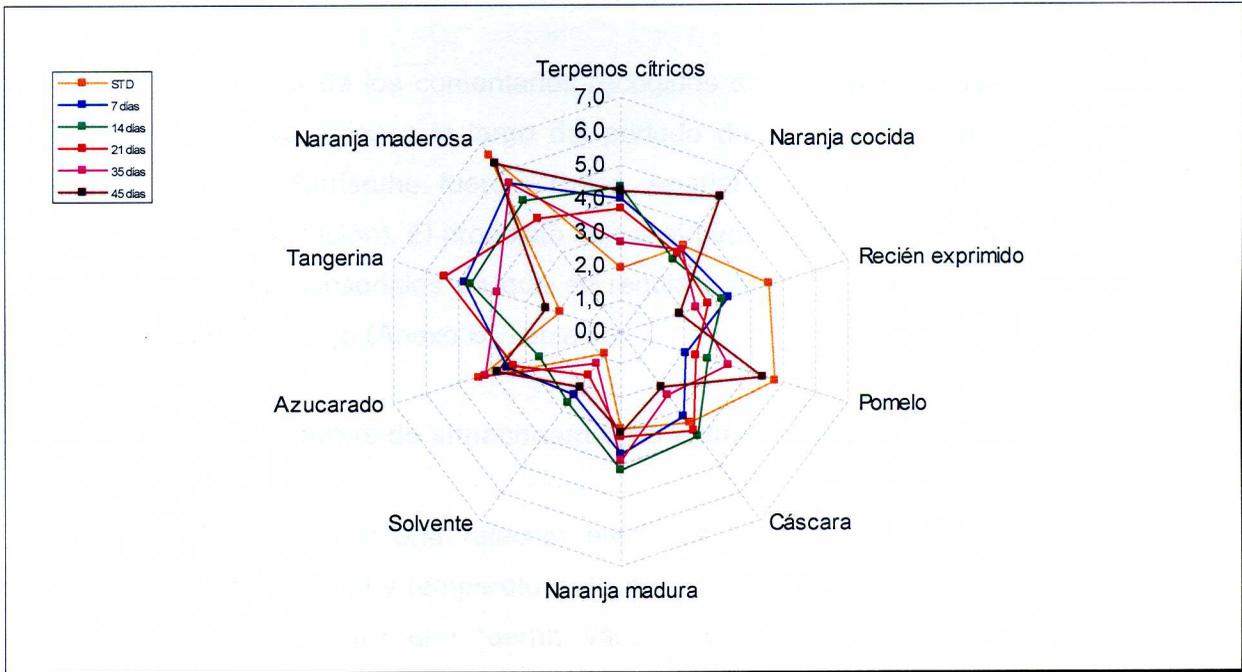


Figura 11. Perfil de sabor para muestras almacenadas a 37 °C

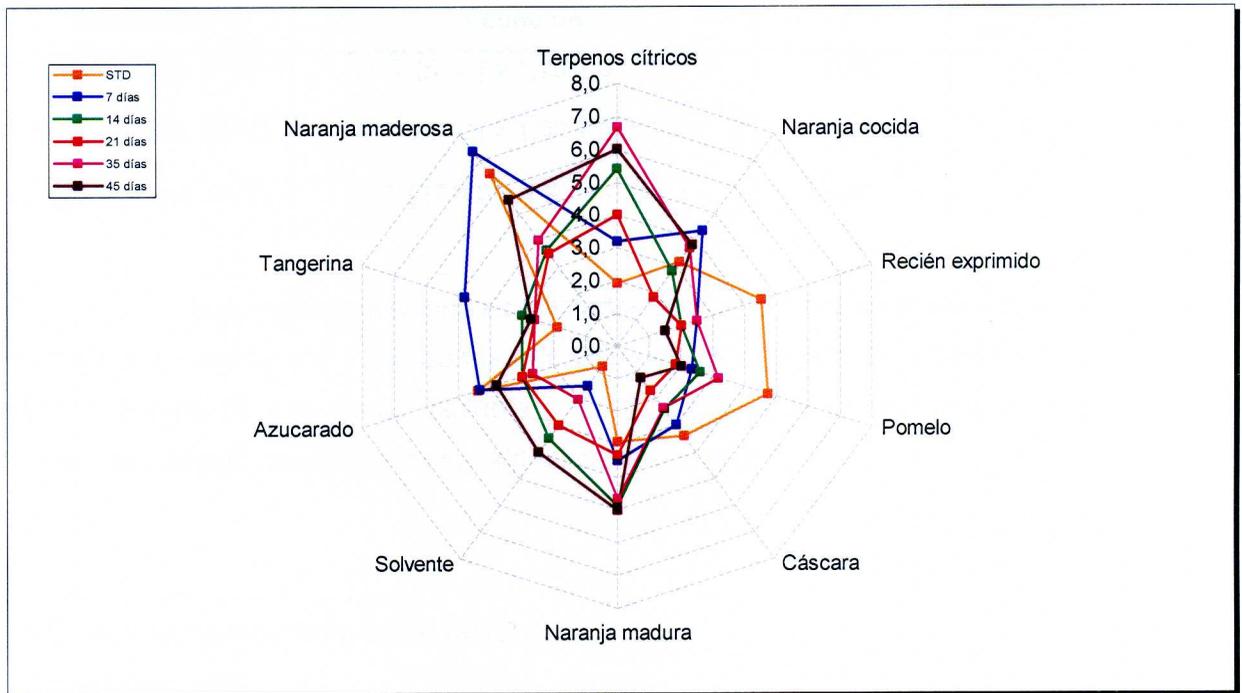


Figura 12. Perfil de sabor para muestras expuestas a luz natural.

### 3.4.1 Diseño de una tabla de Karlsruhe para bebidas carbonatadas sabor naranja

A través de los comentarios recogidos en las evaluaciones con jueces entrenados y observaciones a lo largo del periodo de estudio, los parámetros para diseñar la tabla de Karlsruhe fueron: Color, Apariencia, Sabor, Carbonatación (o cantidad de CO<sub>2</sub> en solución). El propósito de construirla fue ponerla a disposición para futuras evaluaciones sensoriales en que se requiera medir la calidad de una bebida carbonatada sabor naranja (Anexo B, Tabla D).

### 3.5 Relación entre tiempos de almacenamiento a diferentes temperaturas

Para obtener una relación entre los tiempos de almacenamiento a temperatura normal (20 °C) y temperatura de estufa (37 °C), se recurrió a los valores de índice de acidez. Para que fueran válidas, se consideró un coeficiente de correlación,  $r^2$ , mayores a 0,90.

**Tabla 12. Ajustes de las correlaciones de acidez titulable versus tiempo.**

Parámetro	Ecuación	$r^2$	p-value del modelo
Acidez titulable 5 °C <sup>4</sup>	A.T.(5 °C) = 1,75 + 0,009 t	0,98	0,003
Acidez titulable 20 °C	A.T.(20 °C) = 1,92 + 0,0076 t	0,92	0,02
Acidez titulable 37 °C	A.T.(37 °C) = 1,92 + 0,046 t	0,92	0,07

Los regresiones lineales utilizadas corresponden, en el caso de la acidez titulable, al modelo  $y = a + bx$ , donde el p-value indica el grado de relación estadística entre el tiempo (t) y la acidez titulable (AT). Si dicho valor es menor a 0,1 ( $p < 0,1$ ), existe una relación estadísticamente significativa en un 90%.

<sup>4</sup> A.T.: Acidez titulable en g ácido cítrico/L de bebida.

t: tiempo en días

Estas correlaciones se utilizarán para obtener una relación entre los tiempos de almacenamiento a dos temperaturas distintas. Para buscar dicha relación, es necesario considerar que la mayor parte de los modelos matemáticos de vida útil siguen una cinética de orden cero (Labuza, 1982) es por ello que se ha optado por los modelos lineales. Los interceptos de cada ecuación de acidez titulable son estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ), por lo que es posible anularlos. Se calculó la relación entre las velocidades de incremento de la acidez titulable a 20° y 37 °C y se obtuvo que esta es 1:6,1. En palabras simples, un valor de acidez titulable se obtiene 6,1 veces más rápido a 37 °C que a 20 °C.

Los mismos datos para acidez titulable de los almacenamientos a 5 °C, 20 °C y 37 °C, fueron sometidos a los análisis necesarios para obtener la ecuación de Arrhenius.

**Tabla 13. Obtención de ecuación de Arrhenius**

°C	°K	1/T	k	Ln k
5	278	$3,6 \times 10^{-3}$	0,009	-4,71
20	293	$3,4 \times 10^{-3}$	0,0076	-4,88
37	310	$3,2 \times 10^{-3}$	0,046	-3,08
<b><math>\text{Ln } k = 9,63 - 4075/T \quad (r^2 = 0,82)</math></b>				

De la Tabla 13, se obtiene la ecuación de Arrhenius con un  $r^2$  que sin ser el óptimo, nos da una buena correlación de los datos en cuestión. A partir de la ecuación se puede obtener la energía de activación,  $E_a$ , la cual es el parámetro que permite saber cuánta energía es requerida para que las moléculas de un sistema logren vencer la repulsión existente entre ellas para que un proceso químico se inicie, y por ende su dependencia con la temperatura del sistema (Chang, 1999). El valor obtenido para la energía de activación es **33,8 KJ/mol** u **8 Kcal/mol**, valor que puede ser comparado con otros procesos de deterioro en alimentos como se detalla en la Tabla 14. Al realizar dicha comparación se aprecia que el proceso de aumento de la acidez titulable sucede con facilidad, ya que no depende de la temperatura por tener una  $E_a$  baja, ya que los datos obtenidos dan cuenta que los valores de acidez titulable

se incrementan a medida que transcurre el periodo de estudio, independiente de la condición de almacenamiento. Sin embargo existen otros procesos de deterioro que requieren una mayor cantidad de energía para que se lleven a cabo, por lo que ocurren en situaciones tales como tratamientos térmicos en general, donde se alcanzan temperaturas elevadas, de lo contrario no ocurrirían, o de hacerlo, sería lentamente. Según Labuza (1982), los procesos de deterioro de alimentos poseen energías de activación con valores a partir de 4 Kcal/mol, es decir, el incremento de la acidez titulable tiene una  $E_a$  normal para procesos de deterioro.

**Tabla 14: Comparación de valores de  $E_a$**

Alimento	Proceso de deterioro	$E_a$ (Kcal/mol)
Piñas enlatadas <sup>4</sup>	Pérdida del contenido de vitamina C	4,66
Duraznos enlatados <sup>4</sup>	Pérdida del 20% del contenido de vitamina C	8,34
Maiz enlatado <sup>4</sup>	Pérdida del 10% del contenido de carotenos	12,30
Damascos enlatados <sup>5</sup>	Pérdida del 20% del contenido de vitamina C	20,07
Epinacas congeladas <sup>4</sup>	Pérdida del 50% del contenido de vitamina C	25,00
Jugo de tomate <sup>6</sup>	Inactivación de poligalacturonasa	51,35
Jugo de tomate <sup>5</sup>	Inactivación de polimetilesterasa	113,92

Los parámetros de colorimetría,  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , también fueron sometidos a un análisis matemático que permitiera obtener una relación lineal entre los valores obtenidos y el tiempo de estudio (Tabla 15). El modelo obtenido para todos los parámetros es  $y = \frac{x}{a} + bx$ , los cuales obtuvieron coeficientes de correlación,  $r^2$ , muy buenos. Pero este modelo conlleva problemas con su aplicación, por que en si es complejo y necesita un equipo de colorimetría con capacidades similares al utilizado en este estudio. En cambio, las mediciones de acidez titulable son más rápidas y no se requieren complejos equipamientos para obtener las mediciones. Es por ello que se

<sup>5</sup> Fuente: Labuza, 1982

<sup>6</sup> Fuente: Anthon y col., 2002

descarta su uso para obtener una correlación entre los tiempos de almacenamiento a distintas temperaturas.

**Tabla 15. Ajustes de las correlaciones para L\*, a\* y b\* versus tiempo.**

Parámetro	Ecuación	r <sup>2</sup>
L* 5° C	$L^*(5\text{ °C}) = t / -0,732 + 0,075t$	0,96
L* 20° C	$L^*(20\text{ °C}) = t / 0,034 + 0,073 t$	0,99
L* 37° C	$L^*(37\text{ °C}) = t / -0,01 + 0,073 t$	0,99
a* 5° C	$a^*(5\text{ °C}) = t / 0,032 + 0,054 t$	0,99
a* 20° C	$a^*(20\text{ °C}) = t / 0,011 + 0,055 t$	0,99
a* 37° C	$a^*(37\text{ °C}) = t / 0,005 + 0,055 t$	0,99
b* 5° C	$b^*(5\text{ °C}) = t / 0,03 + 0,05 t$	0,99
b* 20° C	$b^*(20\text{ °C}) = t / 0,072 + 0,048 t$	0,99
b* 37° C	$b^*(37\text{ °C}) = t / -0,001 + 0,049 t$	0,99

#### 4. CONCLUSIONES

- No hay variaciones significativas en el pH de la bebida a lo largo del periodo de estudio aún presentándose un aumento en los valores de acidez titulable durante el tiempo de almacenamiento. El incremento en la acidez titulable no se ve reflejada en la aparición de diferencias estadísticas significativas en la evaluación sensorial con consumidores.
- De las mediciones colorimétricas por el método Munsell, se infiere que las muestras analizadas presentan una diferencia en la saturación del color a medida que avanzan el estudio, siendo afectadas en menor tiempo las muestras almacenadas bajo luz natural.
- Considerando la aparición de diferencias significativas entre muestras y patrón, por medio del panel entrenado, se determinó que la estabilidad sensorial de la bebida es: almacenada a 5 °C al abrigo de la luz, 135 días; almacenada a 20 °C al abrigo de la luz es de 180 días; en estufa a 37 °C y en exposición a la luz UV, 7 días.
- Por medio de la evaluación con consumidores, se determina que la bebida 'no gusta ni disgusta' a los consumidores.
- La calificación de los consumidores no presentó diferencias estadísticamente significativas en el parámetro Sabor, lo cual coincidió con lo obtenido con el panel entrado en las muestras almacenadas a 20° C al abrigo de la luz.
- Por medio de los valores de acidez titulable se establece que la relación entre los tiempos de almacenamiento en estufa a 37° C al abrigo de la luz y a 20° C al abrigo de la luz es 6,1:1.
- El incremento en los índices de acidez titulable no depende mayormente de la temperatura de almacenamiento, pero si dependen de ese incremento los cambios en las características sensoriales.
- Considerando los resultados sensoriales, de medición de pH y acidez titulable, se establece que la condición óptima de almacenamiento para este tipo de producto es de 20° C al abrigo de la luz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acurso, Carlos (2005) "Método Rápido de Perfil de Sabor". Manual editado por Givaudan Argentina S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Anthon, G., Sekine, Y., Watanabe, N., Barret, D. (2002) "Thermal inactivation of pectin methylsterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice". *Journal of agricultural and food chemistry*. **50**, 6153 – 6159.
- AOAC (1996) "Official methods of analysis of the AOAC". Association of Official Analytical Chemists, Maryland, Estados Unidos.
- Belitz, H.D., Grosch, W.(1997) "Química de los alimentos". Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Cairns, A.M., Watson, M., Creanor, S.L., Foye, R.H. "The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion". *Journal of Dentistry*. **30**, 313 – 317.
- Chang, Raymond (1999) "Química". Ed. McGraw-Hill, Ciudad de México, México.
- Chen, C.S. (1986) "Tables of brix, apparent specific gravity, apparent density, weight and pounds-solids of sucrose solutions". Editado por Institute of Food and Agricultural Science. Lake Alfred, Florida, Estados Unidos.
- Drago, R. y Matwiyoff, N. (1972) "Ácidos y bases" Ed. Reverté, Barcelona, España.
- Jungsakulrujirek, S., Noomhorm, A. (1998) "Effect of haversting time and fruit size on titratable acidity, soluble solid an distribution of limonin in Thai tangerine juice". *International Journal of Food Science and Technology*. **33**, 367 – 374.
- Hung, Y., Morita, K., Shewfelt, R., Resurreccion, A., Prussia, S. (1995) "Sensory and instrumental evaluation of apple color". *Journal of Sensory Studies*. **10**, 15 – 23.
- HunterLab e Izasa (2001) "Principios básicos de medida y percepción de color, Version 1.2". Publicación Electrónica: [www.hunterlab.com](http://www.hunterlab.com)
- Kollmorgen Corporation (1976) "Munsell Book of Color". Ed. Munsell Color. Baltimore, Maryland. USA.
- Labuza, T. (1982) "Shelf-Life Dating of Foods" Food & Nutrition Press, Inc., Connecticut, Estados Unidos.

- Lopez Planes, R. (1997) "Diseño Estadístico de Experimentos". Universidad Vicente Pérez Rosales. Santiago de Chile
- Masson, L., Urra, C., Izaurieta, M., Ortiz, J., Robert, P., Romero, N., Wittig, E. (2001) "Estabilidad de papas críps sometidas a diferentes condiciones de almacenamiento" *Grasas y Aceites*. **52**, 175 – 183.
- Merck & Co., INC. (1996) "The Merck Index". Ed. por Merck Research Laboratories, Whitehouse Station, New Jersey, Estados Unidos.
- Ministerio de Salud (2005) "Reglamento Sanitario de los Alimentos" Ed. Publiley. Santiago, Chile.
- Schulbach, K.F., Rouseff, R.L., Sims, C.A. (2004) "Relating descriptive sensory analysis to gas Chromatography/Olfactometry rating of fresh strawberries using Partial Least Squares Regression". *Journal of Food Science*. **69**, 273 – 277.
- Shirsat, N., Bruton, N.P., Lyng, J.G., McKenna, B., Scannelli, A. (2004) "Texture, colour, and sensory evaluation of a conventionally and ohmically cooked meat emulsion batter". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **84**, 1861 – 1870.
- Stampanoni, C.R. (1999) "Evaluación Sensorial de los Aromas" Manual editado por Givaudan – Roure. Dübendorf, Suiza.
- Turkmen, N., Poyrazglu, E.S., Sari, F., Velioglu, Y.S. (2006) "Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables". *International Journal of Food Science and Technology*. **41**, 281 – 288.
- Wen, X., Herdan, J., West, S., Kinkade, D., Vilissova, N., Anderson, M. (2004) "Application of rapid, electrochemical flash titration to total acidity and alkalinity determinations in buffers, foods, and beverages" *Journal of AOAC International*. **87**, 1208 – 1217.
- Williams, A.A., Atkin, R.K. (1983) "Sensory Quality in Foods and Beverages, Definition, Measurement and Control" Ed. Ellis Horwood Ltd. Inglaterra.
- Wittig de Penna, E, (1981) "Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos", Talleres Gráficos USACH, Santiago.
- Zanoni, B., Pagliarini, E., Foschino, R. (2000) "Study of the stability of dried tomato halves during shelf-life to minimize oxidative damage". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **80**, 2203 – 2208.

Publicaciones web:

- <http://www.gusgsm.com>
- <http://www.biotech.bioetica.org/d128.htm>
- <http://www.anber.cl>
- <http://www.ine.cl>

## **ANEXO A**

# **COLORIMETRÍA**

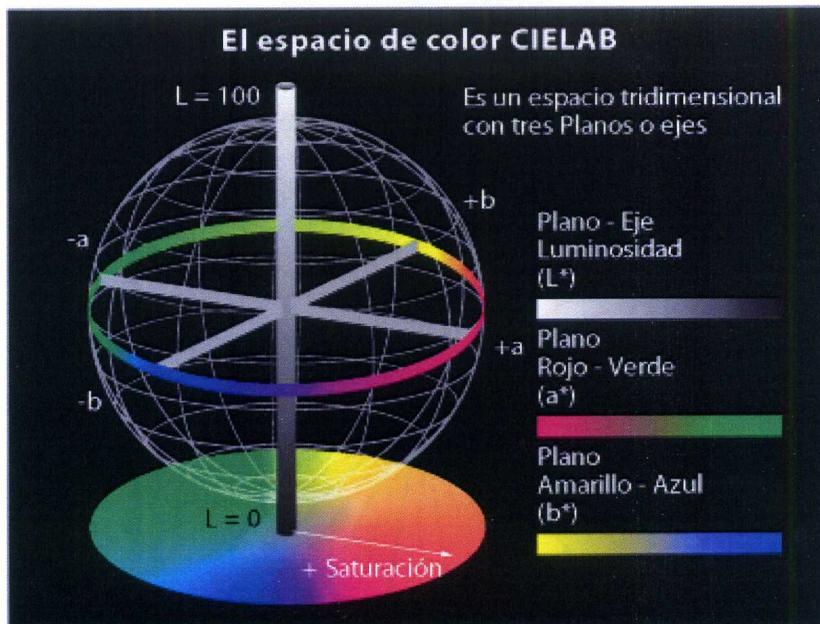
Figura A. Equipo de colorimetría HunterLab Labscan2 SN-14177



Figura B. Colorímetro de disco Macbeth – Munsell, modelo BBX-320DC

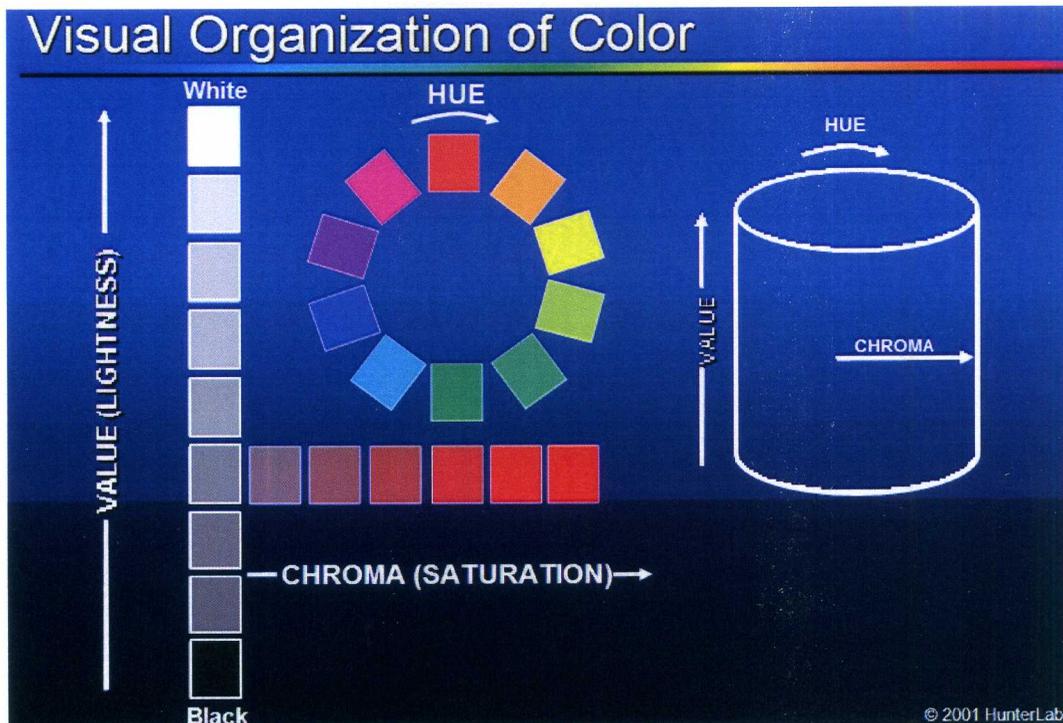


Figura C. Representación del espacio de color Hunter L,a,b.



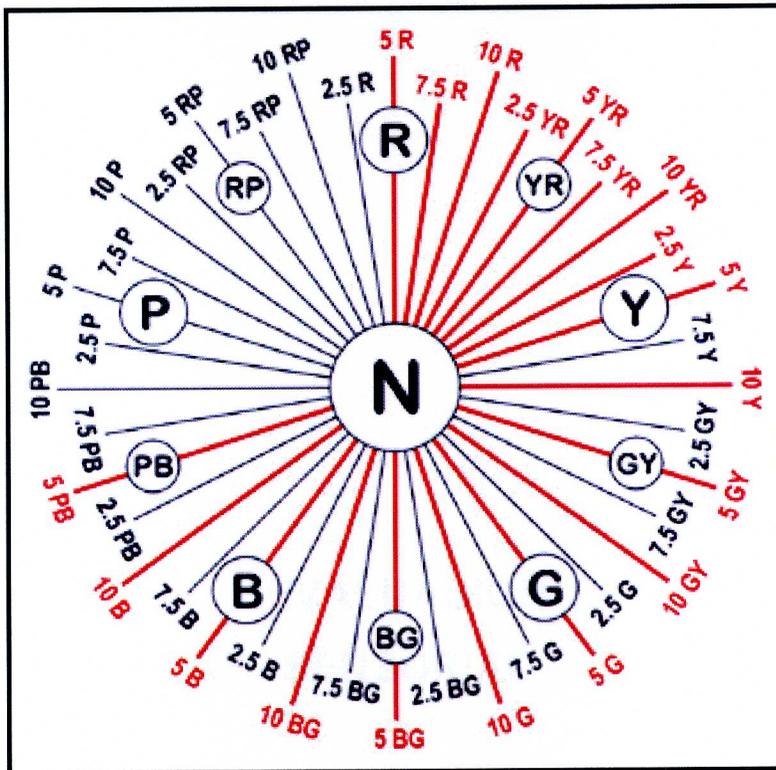
Fuente: www.gusgsm.com

Figura D: Organización visual del color



Fuente: Hunterlab, 2001

Figura E. Disco de Munsell.



Fuente: Munsell Book of Color

## **ANEXO B**

### **EVALUACIÓN SENSORIAL**

**Tabla A: Asociaciones de apoyo para identificación de descriptores**

Planilla de Entrenamiento de Naranjas

<b>Descriptor</b>	<b>Definición</b>
Terpenos cítricos	Similar a lima, cítrico oxidado y suaves aromas a madera asociado con lima
Naranja cocida	Aromas asociados con naranjas que has sido sometidas al calor. Reminiscentes a jugo de naranja hecho a partir de concentrado
Cítrico Floral	Maderoso, a rosas y aromas verdes asociados con productos cítricos
Recién exprimido	Aromas asociados con jugo de naranja recién exprimido.
Pomelo	Dulce, jugoso, frutas cítricas y aromas sulfurosos asociados a cáscara y pulpa de pomelo
Verde frutal	Aromas a pera no madura, banana y similares a manzana.
Caramelo de Lima	Aromas asociados con remanentes de aceites destilados de lima proveniente de caramelos duros sabor lima.
Mandarina	Aroma dulce, cascaroso, jugoso y ligeramente a uva asociado con notas cítricas de mandarinas frescas
Cáscaroso	Aromas reminiscentes de cáscara de varios cítricos tales como naranja, limón, pomelo y mandarina
Maduro	Aroma maduro y frutal asociado con piñas y bananas
Naranja madura	Aroma dulce, jugoso y frutal asociado a naranjas maduras recién cosechadas
Solvente	Un término general, usado para describir varias clases de solventes tales como acetona. Reminiscente de quitaesmalte de uñas
Azucarado	Aroma dulce, a azúcar rubia y maderoso asociado con azúcar de caña fresca
Tangerina	Aroma cascaroso que se percibe al abrir una tangerina
Naranja maderosa	Aroma dulce, jugoso, a naranja madura y maderoso asociado a jugo de naranja

Tabla B: Planilla de asociaciones personales de cada juez para descriptores.

**IMPRESION DE SABOR**

**Comentarios sobre descriptores de Naranja**

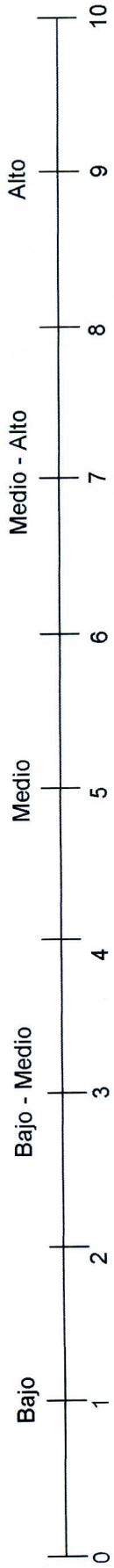
Descriptor	Comentarios
Terpenos cítricos	
Naranja cocida	
Cítrico Floral	
Recién exprimido	
Pomelo	
Verde frutal	
Caramelo de Lima	
Mandarina	
Cáscaroso	
Maduro	
Naranja madura	
Solvente	
Azucarado	
Tangerina	
Naranja maderos	

**Tabla C: Hoja de evaluación de descriptores de naranja**

**Hoja de Evaluación de Naranjas**

Día de evaluación:..... Nombre:.....

Muestra:	N°	N°	N°	N°	N°
Descriptor	Aplicación:	Aplicación:	Aplicación:	Aplicación:	Aplicación:
Terpenos citricos					
Naranja cocida					
Cítrico Floral					
Recién exprimido					
Pomelo					
Verde frutal					
Caramelo de Lima					
Mandarina					
Cáscaroso					
Maduro					
Naranja madura					
Solvente					
Azucarado					
Tangerina					
Naranja maderos					



**FICHA A. Ficha de evaluación para test con consumidores**

**Bienvenido al Test**

Nombre:.....

Fecha:..... Edad:..... Sexo: M F

Producto: Bebida Gasificada Sabor Naranja

Sírvase a degustar las muestras que se presentan y a continuación califíquelas por sabor, acidez, color y opinión general, de acuerdo a la escala presentada.

- 1 → me disgusta mucho
- 2 → me disgusta moderadamente
- 3 → me disgusta levemente
- 4 → no me gusta ni me disgusta
- 5 → me gusta levemente
- 6 → me gusta moderadamente
- 7 → me gusta mucho

Muestra	Sabor	Acidez	Color	Opinión General

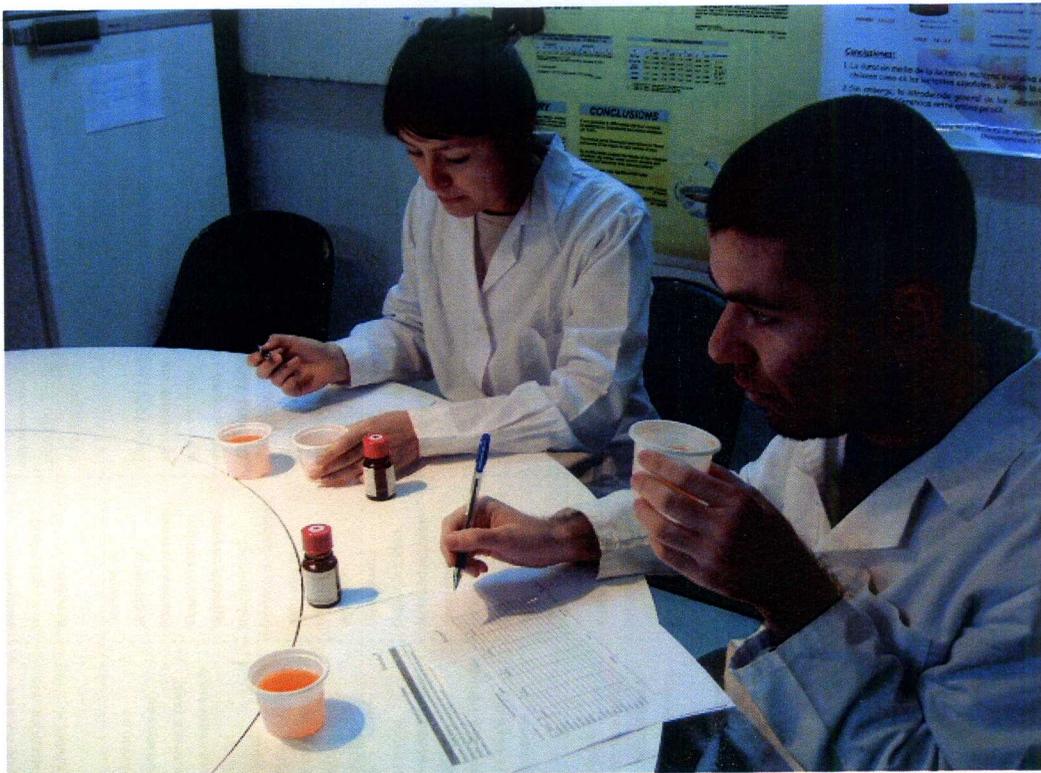


Figura F. Jueces entrenados realizando evaluación de muestras de bebidas gaseosas sabor naranja en estudio.

**Tabla D: TABLA DE KARLSRUHE PARA BEBIDAS CARBONATAS DE FANTASIA SABOR NARANJA**

Características	Calidad Grado 1: Características típicas				Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable				Calidad Grado 3: Deterioro intolerable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1		
Color	Muy atractivo, equilibrado, intenso, típico, muy brillante.	Típico, equilibrado, brillante. Atractivo	Aun atractivo y agradable.	Signos leves de decoloración, aún agradable.	Decoloración avanzada. Menos atractivo.	Evidentes signos de decoloración. Poco atractivo. Poco característico	Alteraciones notorias. Muy poco atractivo. Decoloración evidente.	Decoloración muy notoria. No es atractivo ni característico.	Decoloración absoluta. Totalmente alterado. Repulsivo		
Apariencia	Solución homogénea. No hay sedimentos. No se aprecian formaciones aceitosas en la superficie de la solución. Óptima turbidez.	Solución homogénea. No hay aparición de aceites en la superficie. Aparición de partículas casi imperceptibles en suspensión.	Solución aún homogénea. No hay aceites en la superficie. Partículas en suspensión un poco mayores, pero prácticamente imperceptibles.	Aparición de sedimentos en suspensión pero desaparecen luego de agitar suavemente. Leve pérdida de turbidez, que se recupera con la agitación	Cantidad de sedimentos ligeramente mayor, desaparecen con agitación un poco más enérgica. Pérdida de turbidez, pero aun se recupera con agitación.	Decantación notoria, se requiere una agitación muy enérgica para disolverla. Aun no hay signos de alteración en la emulsión.	Clara pérdida de turbidez. Decantación notoria. Primeras señales de alteraciones en la emulsión, como aparición de aceites en la superficie.	Pérdida de turbidez casi total. Decantación notoria que no desaparece con agitación. Aumento de la cantidad de aceite en la superficie.	No hay homogeneidad en la solución. Sedimentos en el fondo del recipiente. Aparición de aceites en contornos superficiales. Pérdida total de turbidez.		
Sabor	Específico, excepcionalmente pronunciado. Muy equilibrado.	Específico, intenso y completo. Equilibrado.	Específico, aún intenso y aún equilibrado.	Levemente disminuido, notas residuales aceptables. Pérdida de frescura aún aceptable.	Disminuido, bastante plano. Notas residuales poco específicas, pero aun poco intensas. Pérdida de frescura más notoria.	Bastante disminuido, medianamente insipido. Poco natural. Incremento en la intensidad de notas residuales.	Muy disminuido, poco específico. Claramente alterado. Notas residuales claras y desagradables asociadas a plástico.	Extraño, muy alterado, notas a plásticos suaves. Aun no repulsivo. Insipido respecto al sabor sin alteraciones.	Totalmente alterado, notas a plástico muy claras, repulsivo. Totalmente atípico.		
Carbonatación	Muy refrescante, burbujas muy notorias y con ascenso permanente, formación de espuma que se mantiene sobre la bebida.	Intensa, considerable percepción de burbujas, refrescante, ascenso de burbujas permanente. Formación de espuma que se disipa rápidamente.	Notoria presencia de burbujas, en general refrescante, burbujas en ascenso intermitente de mediano tamaño. Baja formación de espuma.	Burbujas de mediano tamaño y aún refrescante. Fácil percepción. Ascenso de burbujas pequeñas en intervalos de tiempo más prolongados.	Burbujas de mediano tamaño y fácil percepción. No hay ascenso de burbujas, pero si adhesión a las paredes del recipiente.	Pequeñas burbujas se adhieren al recipiente. Sensación refrescante muy suave.	Difícil percepción de burbujas, tamaño de burbujas muy pequeño.	Cantidad de burbujas apenas perceptible	No hay presencia de burbujas.		