

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTES**

El zumo es un líquido obtenido mediante la extracción de vegetales, que deben de ser frescos, maduros y limpios. Es un producto, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la extracción o desintegración y tamizado de la fracción comestible de los vegetales.

El zumo de vegetales tiene muchos beneficios para la salud por sus propiedades nutritivas, su contenido en fibra, su acción hidratante y su contenido de hidratos de carbono. Además, ayudan a mantener un buen tránsito intestinal y tienen una acción depurativa y desintoxicante en el organismo.

Los zumos son alimentos que deben adaptarse a las necesidades de los consumidores, así ocurre actualmente y ocurrió lo mismo desde su origen antes de la revolución industrial y de la concentración urbana, cuando los alimentos transformados adquieren mayor protagonismo porque la población comienza a concentrarse en grandes urbes y ya no tiene acceso directo a determinados productos.

En cierto sentido los ejércitos nacionales y el reclutamiento en masa que se produce desde la Revolución Francesa ya han anticipado esta tendencia, similar a la concentración urbana; los ejércitos eran inmensas agrupaciones de individuos, a menudo situados lejos de las fuentes de suministro alimentario.

Los zumos constituyen una de tantas tecnologías que tienen su origen en el ámbito militar y que acaban siendo esenciales para la vida diaria del ser humano.

Otro hito crucial en el desarrollo de los productos lo constituyó la pasteurización, que debe su nombre a Louis Pasteur (1822-1895), que proporcionó a la humanidad un proceso que permite conservar, almacenar y distribuir a grandes distancias los alimentos. La pasteurización o pasterización es el proceso térmico aplicado a los alimentos con el objeto de destruir los microorganismos que puedan alterarlos y permite su conservación, afectando lo menos posible a sus propiedades nutricionales. Esto supuso un gran avance para la industria y es un punto clave en el proceso de envasado de los zumos, por lo que actualmente mantiene su importancia en los productos que se comercializan.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El mercado actualmente cambia más rápido en cuanto a nuevos productos alimenticios y sus exigencias son cada vez mayores es por eso que; para lograr que el consumidor este satisfecho hay que innovar en cuanto a éstos, de tal manera que facilite la preparación y sobre todo que no requiera tiempo en la preparación de los alimentos.

Al tomar zumos de vegetales en la dieta es una de las mejores formas de aprovechar todos los nutrientes que ofrecen las verduras y hortalizas.

En muchos países desarrollados y en desarrollo se utilizan las vitaminas, minerales, proteínas, hidratos de carbono y las grasas vegetales como fuente de alimento para el ser humano. Es por eso que el zumo de zanahoria se ha convertido en una fuente de vitaminas y minerales para el mundo, especialmente para los países en desarrollo, en los que la desnutrición es un serio problema.

La población en general empieza a valorar la relación dieta y salud, el zumo de zanahoria va incrementando poco a poco su consumo, esto debido al contenido en vitaminas, minerales, hidratos de carbono y fibra, y es bajo en lípidos, además es mucho más beneficioso en oposición a muchas bebidas carbonatadas que son muy altas en calorías y totalmente deficientes en valor nutricional.

El presente trabajo tiene la finalidad de dar un valor agregado a la zanahoria, mediante la obtención del zumo de zanahoria, siendo una buena alternativa, como producto nutritivo y agradable para el mercado local.

El zumo de zanahoria es un alimento que tiene una aceptación moderada y gran competencia en el mercado, como derivado de esta hortaliza, siendo una verdura muy bien posicionada por lo que se dará a conocer y promover en el mercado.

Particularmente en la ciudad de Tarija. El consumo de zumo de zanahoria es muy reducido principalmente por la falta de conocimiento y socialización sobre la potencialidad nutritiva y la poca disponibilidad del producto en el mercado.

Una de las alternativas para mejorar el nivel nutricional particularmente de la población infantil son los programas de desayuno escolar, que consiste en la dotación de zumo de zanahoria y otros. Y así lograr significativos resultados en materia de salud.

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✱ Obtener zumo de zanahoria mediante el proceso de extracción con el fin de obtener un producto nutritivo para el consumidor local.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar el rendimiento óptimo de la variedad zanahoria para la obtención del producto.
- ❖ Determinar las características físicas de la zanahoria.
- ❖ Determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima, con la finalidad de conocer la cantidad de hierro, proteína y humedad.
- ❖ Realizar la evaluación sensorial para determinar el mezclado de aditivos e insumos.
- ❖ Aplicar un diseño experimental en el proceso de mezclado, para determinar las variables en el zumo de zanahoria.
- ❖ Estimar la vida útil del producto.
- ❖ Determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto terminado.
- ❖ Realizar los balances de materia y energía durante el proceso de obtención de zumo de zanahoria a nivel experimental.

### **1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el tratamiento térmico a utilizar para obtener un producto adecuado de calidad, con características nutricionales y organolépticas del agrado del consumidor?

### **1.5. HIPÓTESIS**

El proceso a utilizarse permitirá obtener un producto de calidad con las características nutricionales y organolépticas para el consumidor final.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA**

### **2.1.1 ORIGEN DE LA ZANAHORIA**

La zanahoria es una especie originaria del centro asiático y de la zona este del Mediterráneo donde se puede encontrar en forma espontánea. Afganistán sería el centro de origen exacto, debido a la mayor diversidad de formas silvestres que se encuentran en ese país, es cultivada en muchas partes del mundo en el suroeste de Asia, en el mediterráneo, en África tropical, Australia, Sudamérica y Norteamérica. Hay grandes cultivos en Grecia, Hungría, Polonia, Suiza, Túnez y Puerto Rico. El resto de las áreas de la zona señaladas serían centros secundarios de diversidad y domesticación.

Fue cultivada y consumida desde la antigüedad por griegos y romanos. En la Roma Antigua no era una hortaliza muy popular, debido a que no la consideraban muy saludable, motivo por el cual, los romanos, no la difundieron por el resto de Europa.

Durante los primeros años de su cultivo la raíz de la zanahoria la mayoría carecía de pigmento anaranjado. El cambio de color actual se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda. Que ha sido base y el causante del color naranja actualmente de dicho vegetal (PROMOSTA, 2005).

**Figura 2.1**  
**Diversidad de zanahorias**



**Fuente:** Carol, 2011

### 2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es una hortaliza de raíz larga perteneciente a la familia de las Umbelíferas. Posee una corona de muchas hojas compuestas, que se levantan directamente de la parte superior de la raíz. Se propaga por medio de semillas. La cosecha de la zanahoria se inicia 65 días después de la siembra y se puede prolongar hasta los 120 días (duración total del ciclo es inferior de cuatro meses). La densidad de siembra promedio es de 450000 plantas por hectárea. Es una planta que se desarrolla en clima templado o frío con precipitaciones medianas (500 mm y superiores). Se desarrolla mejor en temperaturas entre 16 y 21°C. El cultivo prefiere los suelos livianos. Existen numerosas variedades unas aptas para el procesamiento y otras recomendadas para el consumo fresco.

**Figura 2.2**

**Zanahoria**



**Fuente:** Canabio, 2009

### 2.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PLANTA

En la primera etapa se forma una roseta de pocas hojas y la raíz. Después de un periodo de descanso, se presenta un tallo corto en el que se forman las flores durante la segunda etapa de crecimiento. Raíz napiforme, de forma y color variables. Tiene función almacenadora también presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Al realizar un corte transversal se distinguen dos formas bien definidas: una exterior, constituida por el floema secundario y otra interior por el xilema y médula.

**Tabla 2.1**  
**Taxonomía de la zanahoria**

<b>Nombre científico</b>	<b>Daucos carota L.</b>
<b>Nombre común</b>	Zanahoria
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Clase subclase</b>	Angiospermae
<b>Subclase</b>	Dicotiledoneae
<b>Orden</b>	Umbelliflorae
<b>Familia</b>	Umbelliferae
<b>Género</b>	Daucos
<b>Especie</b>	Carota L.

**Fuente:** (horticultura; citado en Espinoza, 2011) (45)

#### **2.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

Nombre científico: Daucus Carota

La zanahoria es una Planta de la familia de las Umbelíferas (otros miembros de la familia de las umbelíferas como son el perejil, el hinojo, el anís y el comino).

Tiene tallos estriados y pilosos, con hojas recortadas y flores blancas o rosadas que hacen una umbela (forma de sombrilla) en el ápice.

La raíz (la parte comestible) es fusiforme y jugosa. Según las diferentes variedades cultivadas, puede ser blanca, roja, amarilla o violácea, con una textura crujiente cuando está fresca.

De cultivo bianual, desarrolla sus hojas en forma de roseta en verano mientras también desarrolla su gruesa raíz, la que almacena grandes cantidades de azúcar para que recién el año siguiente (el segundo año) aparezcan las flores y las semillas.

Es cultivada como anual para obtener la raíz comestible.

**Figura 2.3**  
**La planta de zanahoria**



**Fuente:** Canabio, 2009

### **2.1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZANAHORIA**

La parte comestible es la raíz, de color anaranjado, la cual tiene un importante contenido de vitamina A. El fruto por lo general es ancho en la parte superior y se va adelgazando. Puede medir de 10 a 30 cm de longitud.

**Figura 2.4**  
**Parte comestible de la zanahoria**



**Fuente:** Canabio, 2009

### **Nombres vernáculos**

**castellano:** Acenoria, bufanaga, forrajera, sinoria.

**Catalán:** Carlota, pastanaga, safanoria, besteneguèra.

**Euskera:** Mandaperrexil, azenario, zainhori.

**Gallego:** Cenoura, cenoira.

### **Nombre en otros idiomas**

**Alemán:** Futtermöhre, gartenmöhre

**Francés:** Carotte

**Inglés:** Carrot

**Italiano:** Carotta

**Portugués:** Cenoura

## **2.1.6 CLASIFICACIÓN O VARIEDADES DE LA ZANAHORIA**

Existen numerosas variedades de zanahoria, las cuales se citan específicamente según la forma de la raíz se tiene las siguientes:

**Figura 2.5**

### **Variedades de zanahoria**



**Fuente:** <http://hortalizanahoria.blogspot.com/>

### **2.1.6.1 CHANTENAY**

Son de amplia adaptación presentando las variedades un color anaranjado fuerte, uniforme, destacándose las variedades red corechantenay, royal chantenay, chantenay longtype y chanticler (citado en Espinoza, 2011).

#### **2.1.6.2 NANTES**

Las cuales se caracterizan por presentar raíces más cilíndricas, con punta obtusa destacándose por su alta calidad. Se tiene como las mejores variedades a strohg y touchom (Espinoza, 2011).

#### **2.1.6.3 DANVERS**

Este tipo de variedad de destaca por ser más fuerte con respecto a la chantenay y de punta más aguda, siendo su color y calidad mediano, entre los exponentes de este tipo, tenemos las variedades de red danvers, danvershalf log (Espinoza, 2011).

#### **2.1.6.4 KURODA**

Es similar en comparación a la Nantes, pero con marcada resistencia a las condiciones tropicales teniendo como exponentes de estos tipos a la: sinkuroda y nobakuroda (Espinoza, 2011).

#### **2.1.7 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA ZANAHORIA**

La relación que existe entre la carne de la corteza y el cuerpo o corazón es la mejor característica para determinar la calidad de la zanahoria. Lo mejor, es que tenga un corazón pequeño y de un color igual al de la corteza. Si la zanahoria ha estado expuesta al sol, pueden aparecer manchas verdes en la parte final de la raíz. Estas zonas tienen un sabor amargo, por lo que conviene eliminarlas (grupo Eroski, 2003).

Para adquirir zanahorias de calidad se debe seleccionar, las de piel suave y de tamaño mediano. Bien formadas, de color naranja vivo, con un estrechamiento uniforme; y que no presenten raicillas laterales. Si tienen hojas, éstas deberán estar frescas y tener un buen color verde. Rechazar las zanahorias con arrugas, flacidez o con apariencia quemada en su parte superior debido a una sobre exposición al sol (Grupo Eroski, 2003).

#### **2.1.8 CULTIVO DE LA ZANAHORIA**

El cultivo de zanahoria tiene preferencia por suelos de textura arenosa (suelos ligeros) muy permeables. Este tipo de suelo se caracteriza por una débil capacidad de retención de los

nutrientes, ante todo, los nitratos, que se pierden por lavado a capas profundas no alcanzables por las raíces o las aguas subterráneas. Por ello, es la recomendable la aplicación de nitrógeno en forma de amonio en formas no fácilmente lavables. Los abonos estabilizados aportan el nitrógeno en forma de amonio estabilizado que queda retenido en el suelo a disposición de la planta de zanahoria de 3 a 4 meses. La zanahoria es exigente en el suelo que lo va cultivar por lo tanto no conviene repetir el cultivo al menos en 4 a 5 años (INFOAGRO, 2002).

**Figura 2.6**

### **Cultivo de la zanahoria**



**Fuente:** Carol, 2011

## **2.1.9 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS**

Los factores climáticos más relevantes de la planta de zanahoria son la temperatura la humedad y la luz, de los cuales depende la raíz, hojas y flores (Espinoza, 2011).

### **2.1.9.1. TEMPERATURA**

Según (sarli, 1980) la temperatura afecta el crecimiento vegetativo, como ser:

Crecimiento de la parte aérea: temperatura óptima 18 a 24 °C

Crecimiento de la raíz: 15 a 20 °C

Desarrollo de la raíz: 15 a 24 °C fuera de este rango de temperatura las raíces se presentan descoloridas.

La temperatura también afecta otros parámetros de calidad de la raíz: forma y tamaño; cuanto más elevada sea la temperatura (mayor 20°C), más corta serán las raíces. También cuanto más bajas sean las temperaturas, más largas serán las raíces.

#### **2.1.9.2 HUMEDAD**

En relación a este factor es muy importante para mantener un régimen de humedad constante; ya que la irregularidad en el suministro de la misma provoca generalmente rajaduras en la raíz y un déficit da lugar a la formación de raíces más largas y descoloridas. Si bien la incidencia de la humedad en la calidad de la raíces es de menor magnitud que la de la temperatura, en periodos de falta de agua, se desarrollan raíces con una alta proporción de raicillas secundarias (sarli, 1980)

#### **2.1.9.3 LUZ**

La luz ejerce un efecto beneficioso sobre el crecimiento del cultivo y es importante considerar tanto su intensidad, como la duración, la alta intensidad luminosa que favorece la tasa fotosintética. La iluminación además de favorecer a la tasa fotosintética conjuntamente con los días largos favorece la síntesis de carotenos y su acumulación en la raíz (barrera y sganga, 1996).

#### **2.1.9.4 RAÍZ**

La raíz esta pigmentada de caroteno (vitamina A) que le aporta la fuerte coloración anaranjada generalmente, o violeta, o amarilla, constituye el órgano de consumo de la especie, y numerosas raíces secundarias, ramificadas y finas. Que se forman a partir de la mitad inferior de la raíz principal y que alcanza una profundidad de hasta 1 m. en el suelo (CENTA, 2002).

#### **2.1.9.5HOJAS**

Las hojas son compuestas, de largo peciolo y forman en torno al cuello una roseta de suma importancia en los cultivos actuales; porque de su fuerte implantación dependerá la facilidad mayor o menor para la recolección mecánica (CENTA, 2002).

### **2.1.9.6 FLORES**

Las flores son pequeñas de color rosado formando una umbela, poseen flores hermafroditas y flores masculinas. La fecundación es alogama y entomófila. Las semillas de la zanahoria son elípticas, poseen un lado convexo y otro plano, conserva su poder germinativo de 3 a 4 años (CENTA, 2002).

### **2.1.10 LA PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA EN BOLIVIA**

La zanahoria, En Bolivia anualmente se cultivan aproximadamente 3600 hectáreas de zanahoria con rendimientos promedio de 7.5 toneladas por hectárea y con una producción total de 2700 toneladas año, lo cual implica un valor económico de la producción.

La zanahoria se constituye un elemento clave de la alimentación de los bolivianos y se encuentra en un nivel alto de importancia luego de la papa, arroz y maíz.

Según las condiciones climatológicas y situación geográfica, se distinguen tres zonas agrícolas en Bolivia: fría templada y cálida. La zona templada se caracteriza por tener la mayor producción agrícola en el país y comprende principalmente los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija (cámara agropecuaria de Tarija 1998/1999).

### **2.1.11 LA PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA EN TARIJA**

En el departamento de Tarija propiamente en las regiones: El puente, Iscayachi, valle central de Tarija, Yunchara, San Lorenzo. Presentan volúmenes de producción de zanahoria; en la región de San Juan del Oro, está centrada la mayor producción de zanahoria ya que ocupa aproximadamente un 60% de la superficie cultivada en invierno. La producción comprende la variedad criolla y las actividades de siembra y cosecha se realizan durante todo el año.

Su territorio comprende tres zonas ecológicas con climas y humedad distintas: Zona andina, Cabeceras de Valle y Valles. Su producción agrícola, es de subsistencia y orientada a la seguridad alimentaria de las familias, los principales cultivos son: maíz, papa, haba, trigo, zanahoria y otros. Es por esta razón, los pobladores se dedican a la producción de zanahoria

que una vez cosechados son transportados a los lugares de abasto en la ciudad de Tarija, debido al volumen de producción.

**Tabla 2.2**

**La producción de zanahoria en Tarija**

Provincias	Localidades	Superficies de cultivos en invierno (hectáreas)	Superficie de cultivos en verano (hectáreas)
<b>Avilés</b>	Calamuchita	10	3
	APPM	-	15
	Valle Concepción	-	4
<b>Méndez</b>	Tomayapo	2	-
	Campanario	5	-
	El puesto	5	-
	El molino	2	-
	Rio San Juan	60	-
	Rancho	-	4
	Erquis sud	-	6
	Tomatitas	-	6
	Coimata	-	4
	Obrajes	-	6
<b>Cercado</b>	Valle central	10	-
	San Mateo	-	5
<b>TOTAL</b>		94	53

**Fuente:** Cámara agropecuaria de Tarija 1998/1999

**2.2 VALOR NUTRICIONAL DE LA ZANAHORIA**

Las propiedades nutritivas de las zanahorias son importantes, especialmente por su elevado contenido en betacarotenos (precursor de la vitamina A); ya que cada molécula de caroteno que se consume, es convertida en dos moléculas de vitamina A. en general, se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas (Grupo Eroski, 2003).

Su color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el betacaroteno o provitamina A, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A, conforme la necesidad. Asimismo, es fuente de vitamina E y vitaminas del grupo B; en cuanto a los minerales, se destaca el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio,

yodo y calcio. Este último, es de peor aprovechamiento que el procedente de los lácteos u otros alimentos, de buena fuente de este mineral (Grupo Eroski, 2003).

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de intervenir en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula (Grupo Eroski, 2003)

**Tabla 2.3**  
**Composición nutricional de la zanahoria**

<b>Aporte por 100 g</b>			
<b>Agua</b>		93,9 %	
<b>Hidratos de C</b>		3,5 %	
<b>Proteínas</b>		1,0 %	
<b>Lípidos</b>		0,11 %	
<b>Elementos minerales</b>	por 100 g	<b>Vitaminas</b>	Por 100 g
<b>K</b>	290 mg	Retinol (Vit. A)	3,60 mg
<b>Na</b>	3 mg	Tiamina (Vit. B1)	0,06 mg
<b>P</b>	27 mg	Riboflavina (Vit. B2)	0,06 mg
<b>Ca</b>	11 mg	Niacina (Vit. B3)	0,50 mg
<b>Fe</b>	0,6 mg	Piridoxina (Vit. B6)	0,20 mg

**Fuente:** [1.etsia.upm.es/departamentos/botanica/fichasplantas/zanclas.html](http://1.etsia.upm.es/departamentos/botanica/fichasplantas/zanclas.html)

### **2.3 PROPIEDADES MEDICINALES DE LA ZANAHORIA**

Muchos investigadores han llegado a la conclusión de que la “zanahoria” es, ni más ni menos: “una verdadera maravilla de los vegetales”, pues además de ser un alimento es a la vez un eficaz recurso terapéutico para diversas enfermedades (pamplona, 2011).

Se suele consumir cocida o cruda, estado en el que es muy agradable al paladar y buena para fortalecer la visión, los dientes y las encías. Se recomienda a quienes tienen problemas dentales o mala dentición al ingerirla rallada, sola o mezclada en ensaladas con otras verduras (pamplona, 2003).

## 2.4 LA ZANAHORIA COMO MATERIA PRIMA

La zanahoria en la industria alimentaria se emplea como materia prima para congelados, deshidratados, encurtidos, conservas, purés, alimentos para niños, enlatados y zumos. Las zanahorias pueden conservarse usando atmósferas modificadas, aunque un exceso de CO<sub>2</sub> en dicha atmósfera puede llevar la aparición de un sabor desagradable y una pérdida de firmeza del producto, sobre todo si la zanahoria es rallada. Uno de los mejores métodos industriales para la conservación de las zanahorias es la congelación; ya que dicho proceso mantiene intactas las características organolépticas y las propiedades del producto. Estas raíces además, se usan como fuente de extracción de carotenos, que se emplea como colorante de margarinas y como componente de piensos de aves, para identificar el color de la carne y yema de los huevos (Grupo Eroski, 2003).

Las zanahorias también se emplean en alimentación animal, sobre todo las variedades blancas, valioso alimento para caballos y vacas lecheras. Piensos y snacks de mascotas domésticas, perros, cobayas, y pájaros tropicales (Grupo Eroski, 2003).

## 2.5 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

**Figura 2.7**

### **Obtención de zumo de zanahoria**



**Fuente:**<http://herbotop.blogspot.com/2013/06/-de-zanahoria.htm>

Los zumos se obtienen a partir de vegetales frescos, sanos y maduros. Gracias a la tecnología aplicada, los zumos de vegetales, son una fuente de nutrientes y constituyen una buena opción para el consumidor, ya que permite conservar casi todos los nutrientes del mismo de la que proceden en proporciones semejantes.

El zumo es un refresco muy nutritivo, principalmente por las vitaminas que contienen. Sin embargo, según pasa el tiempo sin ser consumidos van perdiendo vitaminas rápida y progresivamente.

El zumo de zanahoria se caracteriza entre otras cosas por favorecer el buen estado de la piel y prevenir enfermedades oculares. La zanahoria contiene más de 400 fitoquímicos que actúan en beneficio de la salud. Entre los componentes que contiene se pueden destacar:

- **Betacaroteno:** las zanahorias tienen color anaranjado gracias a este carotenoides. El hígado transforma el betacaroteno en Vitamina A, actúa como antioxidante.
- **Vitamina A:** con un vaso de zumo de zanahoria natural se consigue un 68,6% de Cantidad Diaria Recomendada (CDR) de Vitamina A. Uno de los beneficios más importante que tiene es el que ejerce sobre la vista. Gracias a la Vitamina A, el ojo puede reenfocar mejor después de exponerse a una luz, y lucha contra la ceguera nocturna. También es un gran antioxidante y ayuda a prevenir enfermedades cancerígenas. si se toma vitamina A, a diario beneficia al sistema circulatorio disminuyendo la tensión arterial.
- Las alternativas más saludables y deliciosas que puede encontrar. Lleno de betacaroteno, fibra y antioxidantes, se trata de una opción excelente para la salud, es ideal para favorecer y mantener la piel durante los meses de calor.
- Ayuda a formar la sangre y es beneficioso para mejorar la actividad del cerebro. Además promueve el crecimiento, por lo que es muy útil para los niños.
- Es depurativo y rejuvenecedor del organismo, es bueno para el corazón y el hígado.

### **2.5.1 PROPIEDADES DEL ZUMO DE ZANAHORIA**

Tomando zumos de vegetales se proporciona al organismo vitaminas, minerales, sustancias antibacterianas y antivíricas, etc.

Favorecen la eliminación de toxinas: debido a sus componentes los zumos vegetales ayudan al organismo a depurarse.

Son de fácil digestión: Los zumos de verduras y hortalizas son fácilmente de digerir, deben ser un complemento el consumo de verduras, la fibra de éstas es muy necesaria para el buen funcionamiento del organismo.

Son antioxidantes: los zumos de verduras y hortalizas tienen muchas sustancias, betacaroteno y vitaminas C y E, antioxidantes que ayudan al organismo mediante el cual ayuda a mantener cierta apariencia el aspecto físico del ser humano.

**Figura 2.8**

**Propiedades del zumo de zanahoria**



**Fuente:** Carol, 2011

**Figura 2.9**

**Zumo de zanahoria**



**Fuente:** Canabio, 2009

## 2.5.2 BENEFICIOS DEL ZUMO DE ZANAHORIA

Tabla 2.4

### Descripción de los beneficios del zumo de zanahoria

Nº	BENEFICIOS
1	Ayuda a limpiar el hígado
2	Incrementa el sistema inmunológico
3	Actúa contra la Bronquitis
4	Mantiene las membranas de las células sanas y eso hace que sea beneficioso contra infecciones
5	Favorece la curación de heridas
6	Mejora el estado muscular y la salud de piel
7	Equilibra los niveles de azúcar en sangre reduciendo el riesgo de padecer diabetes
8	Aumenta la calidad de la leche materna
9	Por su alto contenido en Fósforo consigue que tengamos más vitalidad y se sientan menos cansados, sobre todo a nivel sexual
10	Ayuda a mantener y mejorar la estructura ósea y de los dientes
11	Es muy bueno en casos de acné para combatirlo.
12	Ayuda a adelgazar (tomando zumo de zanahoria tres veces al día entre las principales comidas)
13	Ayuda a mejorar problemas digestivos y metabólicos. Por su contenido en fibra
14	Protege la piel de los rayos solares y ayuda a frenar el envejecimiento de la piel

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.5.3 VALORACIÓN DEL ZUMO DE ZANAHORIA

Los principales valores que los zumos aportan a la dieta se pueden resumir en tres grandes aspectos, en función del aporte de nutrientes que realizan en el organismo.

El zumo se constituye un alimento fuente de vitaminas y minerales, y mediante su consumo se obtienen diversos nutrientes necesarios para el organismo, con la ventaja de que algunos componentes pasan directamente a la sangre, sin necesidad de digestión previa ni de desgaste energético.

Los principales valores que los zumos aportan a la dieta se pueden resumir en tres grandes aspectos, en función del aporte de nutrientes que realizan al organismo.

**Figura 2.10**

**Valoración del zumo de zanahoria**



**Fuente:** Canabio, 2009

**2.5.3.1 ZUMO DE ZANAHORIA COMO FUENTE DE VITAMINAS Y**

**POLIFENOLES**

Las vitaminas son un grupo muy amplio de sustancias que se encuentran de manera natural en las hortalizas, siendo este tipo de alimentos el principal medio para incorporar a través de la dieta. Se consideran esenciales ya que intervienen en importantes funciones para el organismo.

En el caso de los zumos de vegetales, estas vitaminas se encuentran en una cantidad similar al del vegetal de origen y suponen por tanto una de las fuentes principales de estos nutrientes.

El organismo tiene capacidad para desarrollar ciertas sustancias nocivas denominadas radicales libres, con una alta capacidad oxidante y que participan negativamente en el proceso de envejecimiento celular y en el desarrollo de diversos tipos de cáncer. El cuerpo se defiende de manera natural frente a esta acción negativa de los radicales libres, éstos en muchas ocasiones puede no ser suficiente para contrarrestar sus efectos.

El zumo de vegetal es una fuente natural de vitaminas con capacidad antioxidante, son la vitamina A, C y la E. Además de esta función, la vitamina C tiene un importante papel en la absorción del hierro, y se sabe que una ingesta reducida de vitamina E se asocia a un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

El zumo de vegetal también es fuente importante de carotenoides, en concreto de precursores de vitamina A, que también tienen una alta capacidad antioxidante, además de participar en otras funciones como el metabolismo óseo o la función visual, entre otras.

En otro ámbito diferente al de las vitaminas y sin embargo, con un beneficio para la salud similar, se encuentran los polifenoles, unas moléculas de origen vegetal que se encuentran en el zumo de manera natural, cuya actividad antioxidante potencia en gran medida los efectos de las vitaminas A, C y E.

### **2.5.3.2 ZUMO DE ZANAHORIA COMO FUENTE DE MINERALES**

Los minerales participan en muchas funciones diferentes en el organismo, y el zumo de vegetales es una manera muy equilibrada de incluir algunos de ellos en la dieta. Se destaca dentro de este grupo el potasio, que interviene en el mantenimiento de un correcto equilibrio hídrico; el magnesio, que participa en la formación de los huesos o en el refuerzo del sistema inmunológico; o el calcio, que aunque no puede considerarse una fuente elevada de este mineral, tiene un cierto aporte que no se debe menospreciar, que participa en importantes funciones biológicas.

### **2.5.3.3 ZUMO DE ZANAHORIA COMO HIDRATANTE**

Las hortalizas suponen un importante aporte de agua a la dieta, siendo éste el componente más abundante en muchos de ellos y, en particular, en la zanahoria y otros.

Los zumos de vegetales, al ser alimento elaborado por extracción o triturado del vegetal, contienen la misma cantidad de agua que aportaría el vegetal del que procede.

Un porcentaje elevado del organismo está constituido por agua y es importante mantener un correcto balance hídrico, que se mide en función de la entrada de agua, a través de la ingesta, y, la pérdida que experimenta el cuerpo a partir de la respiración, por vía cutánea (el sudor) y por vía renal (orina). La cantidad física que desarrolla es, por lo tanto, muy variable en cada caso. Lo que el ser humano necesita agua para vivir y el hecho de mantener un correcto equilibrio hídrico es básico para múltiples funciones que se ejerce en el día a día. Los zumos suponen una alternativa muy saludable para hidratarse ya que,

además de la cantidad de agua que aportan de manera natural, incorporan otros nutrientes como los ya citados.

En definitiva, los zumos tienen propiedades hidratantes, antioxidantes, remineralizantes y tonificantes. Además, por proceder de la zanahoria, poseen cualidades desintoxicante, que facilitan el tracto intestinal y pueden incidir en la prevención de los riesgos que desencadenan en enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer.

Se puede concluir que el zumo de zanahoria es un gran ayudante en rejuvenecer las funciones del cuerpo, también ayuda a corregir problemas digestivos, a resolver problemas de piel y/o vista, además de mejorar otras funciones asociadas a los efectos del estrés psico-físico y al estrés metabólico (por consumir excesos de alimentos refinados y chatarra).

#### **2.5.4 LOS BETACAROTENOS EN EL ZUMO DE ZANAHORIA**

Los betacaroteno son pigmentos naturales que se pueden encontrar en frutas y hortalizas de color rojo, naranja y amarillo, o también en vegetales verdes oscuros. El betacaroteno es una forma química requerida por el cuerpo para la formación de la vitamina A.

Es conocido como provitamina A, pertenece a la familia de los carotenoides y se trata de un pigmento vegetal que el hígado transforma en vitamina A. Esta vitamina no es una única sustancia, como ocurre con muchas vitaminas, sino que son varias (retinol, retinal y ácido retinoico) y también las provitaminas A, son compuestos naturales presentes en frutas y verduras donde la ciencia resalta como saludable y bueno para la salud.

Los betacarotenos dan un color amarillo, naranja o rojo, gusto y olor a verduras y frutas, sus efectos beneficiosos para la salud. De los alimentos de diario consumo, el que se destaca en betacarotenos es la zanahoria, seguido de espinacas, tomates, ciruela, albaricoque, sandía, naranja, mandarina, manzana, etc. El hígado sólo transforma en vitamina A, el betacaroteno que necesita y elimina el exceso.

Los carotenos pertenece al grupo de las vitaminas liposolubles (soluble en grasa) es esencial para el organismo.

Dentro del organismo, actúan como antioxidante frente a los radicales libres que produzca el propio cuerpo como defensa, a veces en exceso, o proceden de agresiones producidas por el sol, tabaco, alimentación, alcohol y dañan el organismo. Los antioxidantes como la vitamina A y los betacarotenos, contraatacan y luchan contra las enfermedades, infecciones, enfermedades de la piel, cáncer, oxidación del colesterol LDL (malo), y otros.

Es muy importante en el crecimiento de los niños (fruta fresca, zumos, algunas verduras) lo utiliza en el desarrollo de huesos y dientes. Las embarazadas necesitan más vitaminas.

Las principales fuentes de vitamina A: son los vegetales amarillos a rojos, o verdes oscuros; zanahoria, batata, calabaza, zapallo, ají, espinacas, lechuga, brócoli, tomate, espárrago, etc.

En el reino animal: los productos lácteos, la yema de huevo y el aceite de hígado de pescado. En las frutas: Damasco, durazno, melón, papaya, mango y otros.

**Tabla 2.5**

**Cantidad de vitamina A en los siguientes alimentos**

<b>Alimentos de origen vegetal</b>	<b>Vitamina A (UI)</b>
Jugo de zanahoria, enlatado, ½ taza	22567
Zanahorias hervidas, ½ taza en rodajas	13418
Espinaca. Congelada, hervida, ½ taza	11458
Zanahorias, 1 cruda (20 cm.)	8666
Sopa de verduras, enlatada, con trozos sólidos, lista para servir, 1 taza	5820
Melón (cantaloupe), 1 taza en cubos	5411
Espinaca, cruda, 1 taza	2813
Papaya, 1 taza en cubos	1532
Mango, 1 taza en rodajas	1262
Durazno, 1 mediano	319
Durazno en lata, ½ taza en mitades o rodajas	473
Ajíes, dulce, rojo, crudo, 1 anillo ( 7 cm. diámetro y 6 mm de espesor)	313
Jugo de tomate, enlatado, 180 ml	819

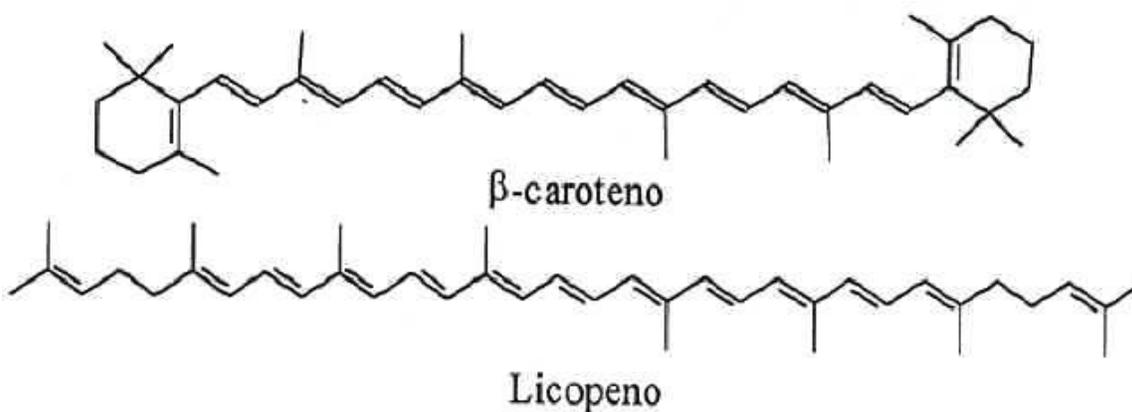
**Fuente:** <http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-a.htm>

Químicamente los carotenoides son terpenoides, formados básicamente por ocho unidades de isopreno, de tal forma que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenoides naturales sólo se encuentran tres elementos: C, H y O.

Los dobles enlaces conjugados presentes en los carotenoides son los responsables de la intensa coloración de los alimentos que contienen pigmentos. Así, los colores naranja de la zanahoria y rojo del tomate, se deben a la presencia de  $\beta$ -caroteno y licopeno, respectivamente (Figura 2.12). Otros compuestos más saturados y de estructura similar son incoloros, como les sucede al fitoeno y al fitoflueno (Figura 2.13) que también se presentan en algunas plantas comestibles.

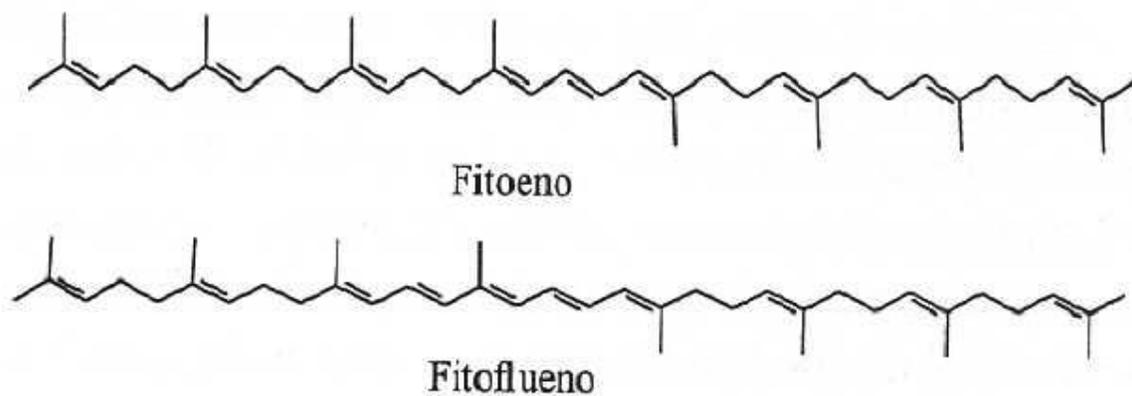
**Figura 2.11**

**Estructuras químicas de  $\beta$ -caroteno y licopeno**



**Figura 2.12**

**Estructuras químicas de fitoeno y fitoflueno**



Debido a su estructura, los carotenoides están sujetos a muchos cambios químicos inducidos por las distintas condiciones de procesamiento que se emplean en la industria alimentaria. Por ello, desde un punto de vista nutricional, es de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de estos compuestos, ya que su pérdida, además de producir cambios en el color del alimento, lleva a una disminución de su valor nutritivo.

#### **3.5.4.1 ESTABILIDAD DE CAROTENOIDES**

Los carotenoides son pigmentos estables en su ambiente natural, pero cuando los alimentos se calientan, o cuando son extraídos en disolución en aceites o en disolventes orgánicos, se vuelven mucho más lábiles. Así, se ha comprobado que los procesos de oxidación son más acusados cuando se pierde la integridad celular, de forma que en alimentos vegetales triturados, la pérdida de compartimentación celular pone en contacto sustancias que pueden modificar estructuralmente, e incluso destruir los pigmentos.

No todos los tipos de cocinado afectan en la misma medida a los carotenoides, de forma que la pérdida de estos pigmentos aumenta en el siguiente orden:

Cocinado con microondas

Mediante esta operación afecta menos a los carotenoides presentes en el zumo de zanahoria.

Cocinado al vapor

La operación realizada mediante el cocinado o tratado a vapor daña a los carotenoides que se encuentran presentes en el zumo de zanahoria.

Hervido.

El hervido del zumo de zanahoria afecta a los carotenoides produciendo un cambio de color lo más notorio en el zumo.

Los carotenoides, excepto algunas excepciones, son insolubles en agua y por lo tanto las pérdidas por lixiviación durante el lavado y procesamiento de frutos son mínimas.

Otros tratamientos empleados en las industrias alimentarias, como el tratamiento a alta presión, parecen no afectar significativamente a los niveles de carotenoides en diversos productos vegetales.

El escaldado industrial de los alimentos puede producir pérdidas de carotenoides, si bien la inactivación enzimática que produce previene pérdidas posteriores durante el procesado y almacenamiento.

#### **3.5.4.2 EFECTO DE LA OXIDACIÓN**

La degradación de los carotenoides se debe fundamentalmente a reacciones de oxidación, ya sean no enzimáticas o debidas a enzimas como las lipoxigenasas, y se presenta generalmente durante el secado de frutas y vegetales.

En los alimentos procesados, el mecanismo de oxidación es complejo y depende de muchos factores. Los pigmentos pueden autooxidarse por reacción con oxígeno atmosférico a velocidades que dependen de la luz, el calor y la presencia de pro- y antioxidantes. El mecanismo de oxidación de los carotenoides, a diferencia de los lípidos, no es totalmente claro. Estos procesos oxidativos implican reacciones de epoxidación, formación de apocarotenoides (carotenoides de menos de 40 átomos de carbono) e hidroxilación, obteniéndose finalmente compuestos de bajo peso molecular similares a los que aparecen como consecuencia de la oxidación de ácidos grasos. Debido a estos procesos, los carotenoides, tras perder su color y sus propiedades beneficiosas para la salud, dan lugar a compuestos aromáticos que en algunos casos son agradables (té, vino) y en otros no (zanahoria deshidratada).

#### **3.5.4.3 EFECTO DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA**

Los carotenoides pueden sufrir oxidación acoplada en presencia de lípidos a velocidades que dependen del sistema. El efecto de la composición lipídica ha sido objeto de varios estudios. En otro interesante estudio, se evaluó el comportamiento de clorofila y caroteno durante tratamientos térmicos en sistema modelo de lípidos. La tasa de degradación de ambos pigmentos. Es decir, la reacción entre el carotenoides y los radicales libres se

minimiza en presencia de metil, linoleato, posiblemente debido a la mayor reactividad de éste con el oxígeno. No obstante, en otra investigación se llegó a la conclusión contraria, es decir, que el betacaroteno es más inestable que el ácido linolénico y, por tanto, puede proteger a éste durante tratamientos térmicos.

La influencia del contenido lipídico en la estabilidad de los carotenoides frente a los procesos oxidativos, y que la presencia de otros compuestos en los alimentos podría influir en los resultados.

#### **3.5.4.4 EFECTO DE LA TEMPERATURA**

La influencia de la temperatura en la estabilidad de los pigmentos es clara; tanto para reacciones hidratadas, siempre actúa como acelerador de la reacción de degradación. Por lo general, los carotenos con mayor actividad biológica son aquéllos que tienen todos sus dobles enlaces en forma del isómero trans, que se transforman parcialmente en la forma cis durante tratamientos térmicos en ausencia de oxígeno; esta reacción de isomerización se puede efectuar durante el proceso de esterilización de productos, con lo que se pierde parte del poder vitamínico de los carotenos. En cuanto al alfacaroteno, parece ser que su degradación como consecuencia de la acción de la luz o el calor, sigue también una cinética de primer orden. El calentamiento transbetacaroteno a 50°C o 100°C durante media hora no produce grandes pérdidas, si bien cuando la temperatura es de 150°C las pérdidas si son notorias, habiéndose comprobado.

Debido a su importancia nutricional como fuente de carotenos, en algunos de estos estudios se ha evaluado el impacto del escaldado, empleado para inactivar la lipoxigenasa, en el contenido de los carotenoides. La influencia de este tratamiento en el zumo de zanahorias. El escaldado (previo a la obtención de pulpa o zumo) en agua hirviendo.

El efecto de la temperatura en los niveles de carotenoides en otros alimentos también está siendo objeto de estudio en la actualidad.

En cuanto al efecto de la pasteurización (90°C, 30 s) en zumos, se ha comprobado que la variación en el contenido total de carotenoides es significativa. Los cambios cualitativos en

el perfil de carotenoides fueron notorios, pigmentos mayoritarios en el zumo fresco, descendieron como consecuencia del tratamiento térmico, siendo los carotenoides más importantes en términos cuantitativos en el zumo procesado luteína y zeaxantina. En los carotenoides provitamínicos, no se observaron pérdidas significativas.

#### **3.5.4.5 EFECTO DE LA LUZ**

La acción intensa de la luz sobre los carotenos induce su ruptura con la consiguiente formación de compuestos incoloros de bajo peso molecular. Estas reacciones tienen mucha importancia en la industria alimentaria ya que los carotenos pierden, además de su función biológica de provitamina A, su color característico. Existen investigaciones en las que se estudia la relación existente entre la pérdida de pigmentos, la exposición a la luz y la presencia de ácidos grasos, encontrándose que la instauración de los ácidos grasos protege en estas condiciones a los pigmentos. Existen estudios que demuestran que la degradación del betacaroteno debida a la iluminación con luz fluorescente.

#### **3.5.4.6 EFECTO DEL PH**

Aunque los carotenoides extraídos no son relativamente resistente a valores de pH extremos, los ácidos y álcalis pueden provocar isomerizaciones cis/trans de ciertos dobles enlaces, reagrupamientos y desesterificación, lo cual debe ser tenido en cuenta a la hora de manipularlos en laboratorio con fines analíticos.

No obstante, volviendo a la estabilidad de los carotenoides en los alimentos, hay que tener en cuenta que los epoxicarotenoides son muy inestables en medio ácido, lo cual tiene una gran importancia debido a la acidez inherente de algunos alimentos en particular. Este hecho es conocido tanto en la elaboración de zumos como en vegetales fermentados, donde las condiciones ácidas del proceso promueven algunas conversiones espontáneas.

#### **3.5.4.7 CONSECUENCIAS DE LA CARENCIA O DEFICIENCIA DE VITAMINA A**

La carencia de vitamina A trae diversas consecuencias entre las que se destacan:

Alteraciones oculares: puede ocasionar ceguera crepuscular, es decir disminuye la agudeza visual al anochecer, sensibilidad extrema a la luz como así también resecaamiento, opacidad de la córnea con presencia de úlceras, llamado xeroftalmia, la cual puede conducir a la ceguera. Inmunidad reducida (defensas bajas): aumenta la susceptibilidad a infecciones bacterianas, parasitarias o virales ya que la vitamina A contribuye al mantenimiento de la integridad de las mucosas. Al carecer de ella desaparece la barrera contra las infecciones. Las células del sistema inmunitario también son afectadas lo cual puede llevar a un aumento de células pre-cancerosas de los tejidos epiteliales de boca, garganta y pulmones.

Alteraciones óseas: inhibe el crecimiento, da malformaciones esqueléticas, aumenta la probabilidad de padecer dolencias en articulaciones debido a que obstaculiza la regeneración ósea.

Alteraciones cutáneas: provoca una hiperqueratinización, es decir la piel se vuelve áspera, seca, con escamas (piel de gallina, piel de sapo), el cabello se torna quebradizo y seco al igual que las uñas.

Otros: cansancio general y pérdida de apetito, pérdida de peso, alteración de la audición, gusto y olfato, alteraciones reproductivas.

#### **3.5.4.8 DOSIS DIARIAS RECOMENDADAS DE VITAMINA A**

La dosis diaria necesaria de vitamina varía según la edad, el sexo de la persona y la etapa de la vida en la que se encuentra la persona.

**Tabla2.6**

**Dosis diaria de vitamina A**

EDAD	HOMBRE		MUJER	
	UI	Mcg RE	UI	Mcg RE
0-6 meses	1320	400	1320	400
7-12 meses	1650	500	1650	500
1-3 años	1000	300	1000	300
4-8 años	1320	400	1320	400
9-13 años	2000	600	2000	600
14-18 años	3000	900	2310	700
19-65 años	3000	900	2310	700
Mayores 65 años	3000	900	2310	700
Embarazada			2500	750
Mujer en lactancia			4000	1200
Mcg RE: microgramo de Retinol				
1 mcg RE: 3.33 UI				

**Fuente:** <http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-a.htm>

**3.5.4.9 EFECTOS TÓXICOS EN UNA INGESTA EXCESIVA DE VITAMINA A**

La hipervitaminosis A se refiere a un depósito anormal en el organismo de grandes cantidades de vitamina A. Normalmente se da por la ingesta excesiva de suplementos vitamínicos.

Existen varios efectos adversos entre los que se destacan:

- Defectos al nacer: se da cuando el suplemento que tiene altas dosis de retinol se ingiere durante un tiempo, varios días o semanas y especialmente durante el primer trimestre del embarazo.
- Anormalidades en el hígado.
- Densidad mineral ósea reducida.
- Desórdenes del sistema nervioso central.

Los signos y síntomas de toxicidad o hipervitaminosis (exceso de vitamina A) pueden ser: Anorexia, pérdida de peso, vómitos y náusea, visión borrosa, irritabilidad, hepatomegalia, alopecia, jaquecas, insomnio, debilidad, poca fuerza muscular amenorrea (cese del periodo menstrual), hidrocefalia e hipertensión craneana en niños. Un signo carente de peligrosidad es la hiperqueratosis. El consumo excesivo de verduras puede producirlo. El exceso de carotenos se deposita debajo de la piel dando un color amarillento en palma de las manos.

Los betacarotenos son considerados seguros generalmente ya que no están asociados con efectos adversos. Su conversión a vitamina A disminuye cuando los depósitos de ésta en el organismo son suficientes. Solo pueden producir hiperqueratosis, la cual no es considerada peligrosa para la salud. Cuando se disminuye esta ingesta excesiva, el color de la piel se normaliza.

#### **3.5.4.10 RECOMENDACIÓN RELACIONADA CON LA VITAMINA A**

La vitamina A se mantiene estable a temperaturas ordinarias de conservación y de cocción. Es relativamente estable a la luz y el calor pero es destruida por oxidación (al estar expuesta al oxígeno se pierde vitamina).

La biodisponibilidad de carotenos aumenta a través de la cocción pero cuando la misma es excesiva produce el efecto contrario, es decir la disminuye considerablemente.

La fritura de alimentos ricos en vitamina A, al ser esta soluble en grasa. Carotenos y retinol pasan al medio graso perdiéndose el contenido de vitamina del alimento a consumir.

Se recomienda comer verduras frescas ya que la deshidratación de las mismas reduce la cantidad de carotenos.

La presencia de vitamina E y otros antioxidantes también aumentan la biodisponibilidad de vitamina A.

Vegetarianos que no consumen productos lácteos ni huevos necesitan carotenos para satisfacer su necesidad de vitamina A. Es necesario que incluyan en su dieta diaria vegetales prefiriendo verduras y frutas de color naranja o amarillo.

## 2.5.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ZUMO DE ZANAHORIA

Tabla 2.7

Composición nutricional de zumo de zanahoria natural por 100 gr.

<b>Calorías</b>	<b>23,91 kcal.</b>		
<b>Grasa</b>	0,15 g.		
<b>Colesterol</b>	0 mg.		
<b>Sodio</b>	52 mg.		
<b>Carbohidratos</b>	4,75 g.		
<b>Fibra</b>	0,62 g.		
<b>Azúcares</b>	4,75 g.		
<b>Proteínas</b>	0,63 g.		
<b>Vitamina A</b>	437 ug.	Vitamina C	3,80 mg.
<b>Vitamina B12</b>	0 ug.	Calcio	27 mg.
<b>Hierro</b>	0,50 mg.	Vitamina B3	0,77 mg.

Fuente:<http://alimentos.org.es/zumo-zanahoria-natural>

Las características nutricionales, propiedades y beneficios que aporta el zumo de zanahoria natural al organismo se indican en a continuación.

El zumo de zanahoria es un alimento rico en vitamina A ya que 100 g. de este zumo de verduras contienen 437 ug. de vitamina A.

La vitamina A o niacina, debido a este componente, previene enfermedades en los ojos, fortalece el sistema inmunitario y tiene propiedades anticancerosas. Por su alto contenido de vitamina A, este zumo de verduras también favorece el buen estado de la piel y de las mucosas.

El zumo de zanahoria natural se encuentra entre los alimentos bajos en calorías ya que 100 g. de este alimento contienen 23,91 Kcal.

Por la baja cantidad en calorías, el zumo de zanahoria es recomendable para mantener un buen estado de salud.

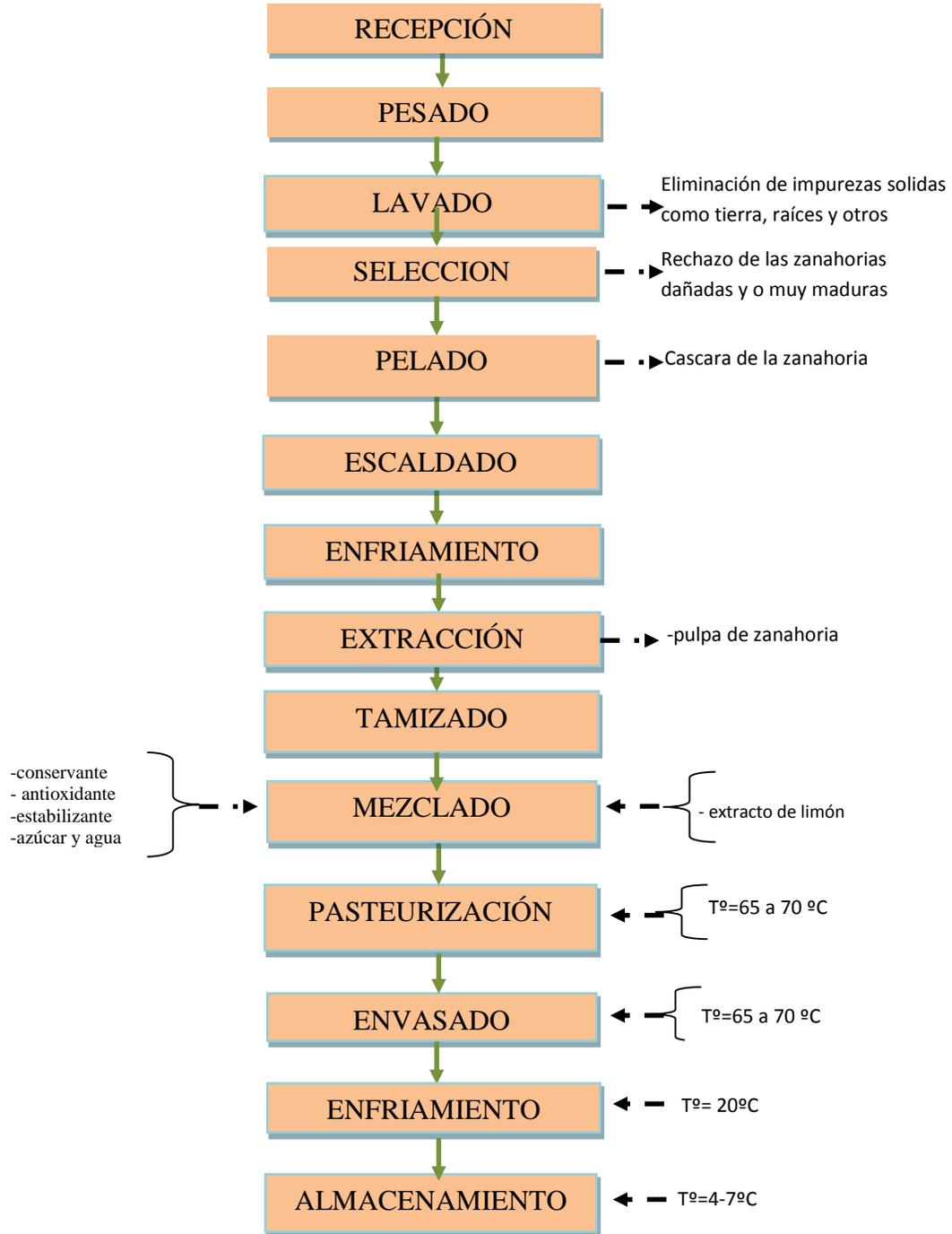
Entre las propiedades nutricionales del zumo de zanahoria se destaca por los siguientes nutrientes: 0,50 mg. de hierro, 0,63 g. de proteínas, 27 mg. de calcio, 0,62 g. de fibra, 219 mg. de potasio, 7 mg. de yodo, trazas de zinc, 4,75 g. de carbohidratos, 13 mg. de magnesio, 52 mg. de sodio, 0,06 mg. de vitamina B1, 0,06 mg. de vitamina B2, 0,77 mg. de vitamina B3, 0,23 ug. de vitamina B5, 0,20 mg. de vitamina B6, 0 ug. de vitamina B7, 4 ug. de vitamina B9, 0 ug. de vitamina B12, 3,80 mg. de vitamina C, 0 ug. de vitamina D, 0,56 mg. de vitamina E, 15 ug. de vitamina K, 31 mg. de fósforo, 0 mg. de colesterol, 0,15 g. de grasa, 4,75 g. de azúcar y 0 mg. de purinas.

Como conclusión se puede decir que las propiedades del zumo de zanahoria se destacan por su función preventiva sobre el envejecimiento así como su contribución a mantener un equilibrio en la salud a través de sus componentes, como los carotenos, ayudando a prevenir así la aparición de cánceres, en especial los de pulmón o boca así como su contribución en el mantenimiento de las arterias, la buena sincronía de la visión previniendo de cataratas y un buen estado de la piel, los dientes y encías.

## 2.6 DIAGRAMA GENERAL DE OBTENCIÓN DE ZUMO DE ZANAHORIA

Figura 2.13

Diagrama general de obtención de zumo de zanahoria



Fuente: Elaboración propia

## **2.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **2.7.1 RECEPCIÓN**

Esta es una operación que tiene una gran importancia en cualquier actividad productiva. Consiste en recibir del proveedor la zanahoria como materia prima, las cuales se van adquirir del mercado campesino de la ciudad de Tarija.

### **2.7.2 PESADO**

Tiene la finalidad de la cuantificación de la materia prima, entre los cuales se cuenta, el peso comprado, el peso de la calidad adecuada para el proceso, los datos sobre el pesado para la cuantificación del rendimiento, por último, lo más importante, peso de materia prima que va a ingresar al proceso.

### **2.7.3 LAVADO**

Tiene como finalidad de eliminar impurezas solidas que se encuentran adheridas a la zanahoria como tierra raíces y otros.

### **2.7.4 SELECCIÓN**

La materia prima es uno de los aspectos más importantes a considera en la calidad del producto. Para la elaboración del zumo de zanahoria es necesario que se disponga de zanahorias frescas, maduras y limpias. Siendo preferibles que tengan un color anaranjado, característico de la hortaliza.

### **2.7.5 PELADO**

El pelado es una operación que consiste en quitar la cascara la zanahoria con el fin de eliminar pequeñas impurezas que estas adherida a la piel, para evitar el riesgo de contaminación en la obtención del zumo.

### **3.7.6 ESCALDADO**

En esta operación, consiste en la inmersión de la zanahoria en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición, con la finalidad de inactivar las enzimas para que no cause cambios en la textura o apariencia del zumo.

### **3.7.7 ENFRIAMIENTO**

El enfriado, se realiza con la finalidad de reducir la oxidación de la zanahoria que consiste en introducir las zanahorias calientes en un recipiente de plástico y enfriar con agua potable a temperatura ambiente durante 5-10 minutos.

### **2.7.8 EXTRACCIÓN**

En esta etapa, se utiliza un extractor:

En esta operación consiste en introducir las zanahoria ya acondicionadas en el extractor para que el mismo se encargue de la obtención de zumo de zanahoria, que consiste en:

En eliminar el hueso, pulpa y piel mediante unas aspas desgastadoras, posteriormente se somete a un tamizado donde pasa el zumo.

### **2.7.9 TAMIZADO**

Esta operación tiene por objeto separar, todas las sustancias de mayor tamaño a fin de mejorar su apariencia. El tamizado se realiza por medio de máquinas centrifugas, cilindros perforados rotativos y cilindros perforados con paletas y en forma manual utilizando coladores o mallas.

### **2.7.10 MEZCLADO**

El mezclado, consiste en regular la acidez del zumo extraído y reducir la oxidación usando ácido ascórbico, así evitar y proteger al zumo de la oxidación, el cual provoca el cambio de color, también se mezcla los conservantes y aditivos autorizados, siendo los más usuales entre otros el benzoato de sodio, sulfito y bisulfito de sodio, así como anhídrido sulfuroso.

La mezcla de los conservantes con el zumo no es instantánea, sino que necesita cierto tiempo de agitación. Este proceso de mezcla se realiza en un recipiente donde se realiza por medio de agitación. Y al mismo tiempo realizar una corrección de acidez y de grado ° Brix del zumo de zanahoria.

### **2.7.11 PASTEURIZACIÓN**

El objetivo de este tratamiento es el de destruir los microorganismos patógenos y también reducir significativamente el conteo microbiano total, así mejorando la calidad y estabilidad del zumo de zanahoria sin alterar de forma considerable composición y valor nutritivo.

En la actualidad se aplican diferentes combinaciones de temperaturas y tiempos para los zumos y jugos. Los métodos más utilizados son:

La pasteurización lenta, pasteurización rápida y la ultrapasteurización (UHT).

#### Pasteurización lenta

Este método consiste en calentar el zumo de zanahoria a temperaturas entre 63 y 65 °C manteniendo a esta temperatura por un tiempo de 30 minutos.

#### Pasteurización rápida

Esta forma de tratamiento térmico del zumo de zanahoria se utiliza los pasteurizadores o intercambiadores de calor placas. El cual consiste en un tratamiento térmico de 85 °C por un periodo de tiempo de 15 segundos.

#### Ultra pasteurización (UHT)

Este método es el de aumentar el tiempo de conservación del zumo de zanahoria aun sin ser necesario en mantener bajo refrigeración, las cualidades que permiten que el producto pueda ser transportado a lugares distantes del lugar de su tratamiento térmico sin riesgo de deterioro.

La ultra pasteurización (UHT), consiste en realizar esterilizaciones a temperaturas altas entre 135 a 150 °C durante tiempos cortos de 2 a segundos, utilizando un envase aséptico, por su elevado costo del tratamiento térmico esto generalmente se usa en leches larga vida.

#### **2.7.12 ENVASADO**

Gran parte de los zumos y jugos se comercializan embotellados, en envases adecuados que atraen la atención del consumidor. Las botellas son bien lavadas con soluciones antisépticas, chorros de vapor y a través de baño maría, a fin de asegurar la completa esterilidad. El zumo es envasado en envase de vidrio o plástico de diferente capacidad en lo posible en envases oscuros para proteger rayos ultravioletas.

#### **2.7.13 ENFRIAMIENTO**

El zumo es envasado y enfriado en el ambiente a 20 °C, para posteriormente almacenarlo.

#### **2.7.14 ALMACENAMIENTO**

Es almacenado bajo refrigeración a temperatura entre 4 a 7 °C

### **2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño factorial se entiende aquel, en el que se investiga todas las posibles combinaciones de los factores en cada ensayo completo o réplicas de experimento. En el diseño factorial existen varios tipos como el  $2^k$  que consiste en k factores cada uno con dos niveles y  $3^k$  que consta de k factores cada uno con tres niveles, estos niveles pueden ser cualitativos y cuantitativos (Montgomery, 1991).

Los diseños factoriales  $2^k$  son una clase especial de los diseños factoriales en los que se tienen k factores de interés a dos niveles cada uno. Son especialmente útiles en las etapas iniciales de la investigación para determinar, un gran número de factores, los cuales son los que realmente influyen sobre la variable respuesta. Los niveles de cada factor pueden ser cualitativos o cuantitativos y se denotan como Alto y Bajo o más (+) y menos (-).

En el presente trabajo se utilizará un diseño de acuerdo a los factores en el mezclado.

**Tabla 2.8**  
**Diseño a utilizar**

<b>N°</b>	<b>Operación</b>	<b>Diseño</b>
<b>1</b>	Mezclado	$2^3$

**Fuente:** elaboración propia

Donde:

$$2^k$$

2 = significa los niveles

K= significa los factores o variables

**CAPÍTULO III**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

El trabajo experimental del proceso de obtención de zumo de zanahoria, se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos, pertenecientes a la Carrera de ingeniería de Alimentos, ubicada en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” este trabajo fue desarrollado a escala de laboratorio, el mismo que servirá para realizarlo a nivel industrial.

El trabajo experimental puede es considerado como parte del proceso científico y una de las formas en el que se aprende acerca de la forma en que funcionan los sistemas o procesos.

### **3.2 DESCRIPCION DE EQUIPOS, MATERIALES, MATERIA PRIMA**

#### **E INSUMOS**

Para desarrollar la parte experimental del trabajo, sea a utilizando, diferentes equipos, instrumentos y materiales de laboratorio.

#### **3.2.1 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

Los equipos e instrumentos utilizados en la obtención del zumo de zanahoria se detallan a continuación, cuyas características técnicas de los mismos se detallan en el anexo G.

- Balanza analítica digital
- Balanza electrónica
- Extractor de zumos
- Cocina

#### **3.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO**

Los materiales que se utilizaron en el trabajo experimental de obtención del zumo de zanahoria, se muestran en la tabla 3.1

**Tabla 3.1****Descripción de materiales**

<b>Material</b>	<b>Característica</b>	<b>Calidad</b>	<b>Cantidad</b>
Jarra	500 ml/ 1000 ml	Plástico	2/3
Cuchillo	25 cm	Acero inoxidable	1
Olla	Mediana	Acero inoxidable	2
Tabla de picar	Mediana	Madera	1
Paleta	Pequeña	Madera	1
Botella	190 ml	Vidrio	3
Cuchara	Mediana	Acero inoxidable	2
Vasos	250 ml	Plástico	3
Espátula	Mediana	Plástico	1
Fuentes	Mediana	Plástico	3
Termómetro	Escala (0 a 100°C)	Vidrio	1
Vernier calipers	Longitud(150x0,02mm)	Inoxidable	1
Filtro de tela	Mediana	Polemina	1

**Fuente:** elaboración propia

**3.2.3 MATERIA PRIMA E INSUMOS**

La zanahoria (Daucos Carota); proveniente del rio san Juan del oro del departamento de Tarija, que es adquirida en el mercado campesino. Los insumos y materia prima, utilizado en la obtención del zumo de zanahoria se muestran en la tabla 3.2

**Tabla 3.2****Materia prima e insumos utilizados en la obtención del zumo de zanahoria**

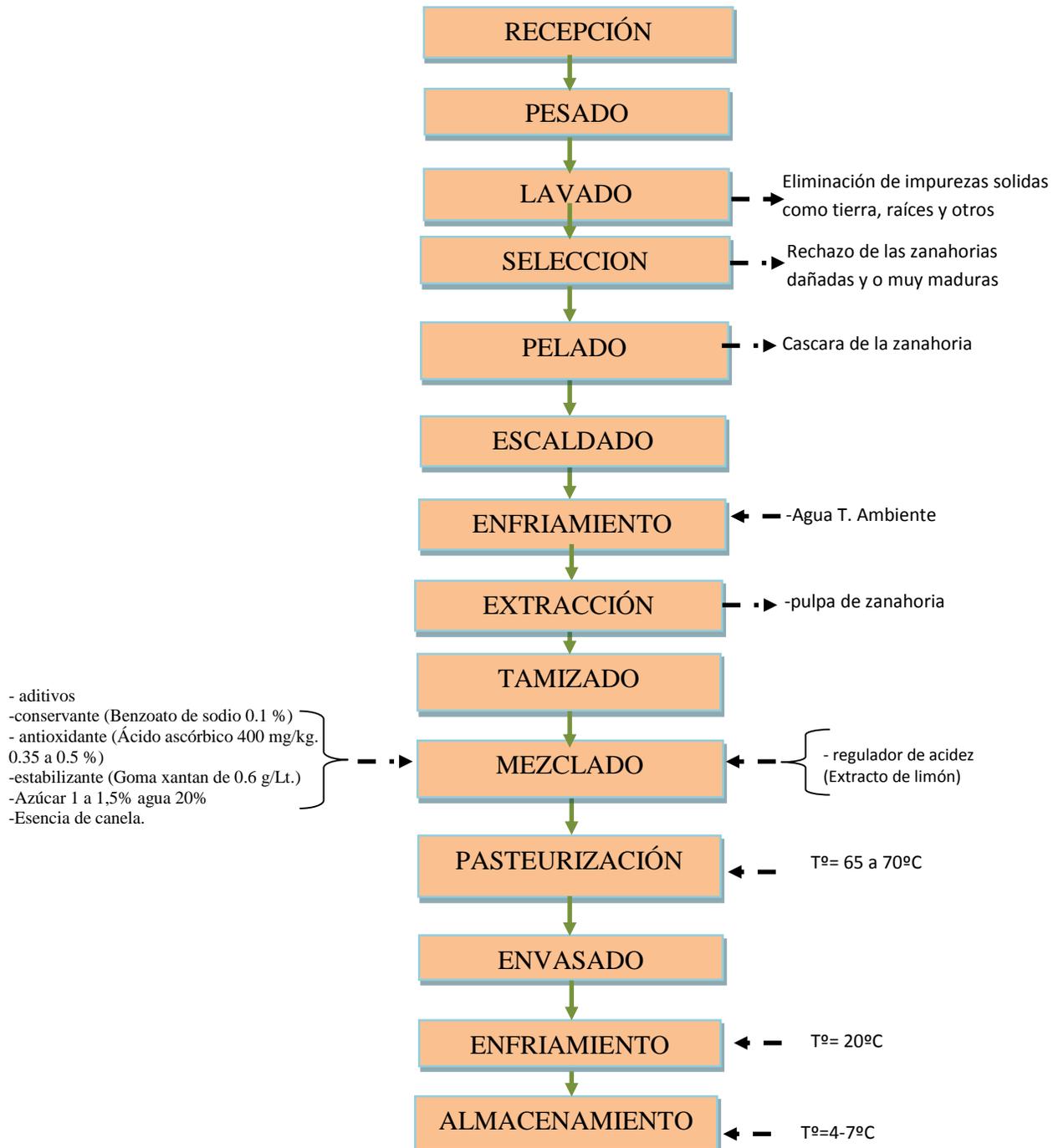
<b>Materia prima</b>	<b>Variedad y/o marca</b>	<b>Procedencia</b>
<b>Zanahoria</b>	Criolla	Mercado local
<b>Azúcar</b>	Bermejo	Mercado local
<b>Extracto de limón</b>	Criollo	Mercado local
<b>Ácido ascórbico</b>	Distribuidora Esencial	Mercado local
<b>Goma xantan</b>	Distribuidora Esencial	Mercado local
<b>Benzoato de sodio</b>	Distribuidora Esencial	Mercado local

**Fuente:** elaboración propia

### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ZUMO DE ZANAHORIA

Figura 3.1

#### Obtención de zumo de zanahoria



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.1 RECEPCIÓN**

Esta es una operación que tiene una gran importancia en cualquier actividad productiva. Consiste en recibir del proveedor la zanahoria como materia prima, el cual es adquirido del mercado campesino de la ciudad de Tarija.

### **3.3.2 PESADO**

El pesado de la zanahorias se realizó en una balanza electrónica con la finalidad de determinar el rendimiento del proceso.

### **2.3.3 LAVADO**

El lavado se realizó de manera manual en un recipiente con agua a temperatura ambiente despojando las impurezas solidas como tierra raíces y otros.

### **2.3.4 SELECCIÓN**

Se realizó de forma manual, eliminando aquellas zanahorias que se encuentran dañadas o de color no adecuado o característico de acuerdo al grado de madurez de la zanahoria.

### **3.3.5 PELADO**

El pelado de la zanahoria, se realizó de manera manual con un cuchillo de acero inoxidable, eliminando la parte verde y luego quitar la cascara pelando en forma de tiras, según el sentido vertical de la zanahoria despuntándola.

### **3.3.6 ESCALDADO**

En esta operación, es necesario para, controlar el tiempo de 5 a 10 minutos del momento que empieza a hervir el agua. Este proceso consistió en la inmersión de la zanahoria en una olla de acero inoxidable con agua a temperatura de ebullición, con la finalidad de inactivar las enzimas, en la obtención del zumo de zanahoria.

### **3.3.7 ENFRIAMIENTO**

El enfriado, se realiza con la finalidad de reducir la oxidación de la zanahoria que consiste en introducir las zanahorias calientes en un recipiente de plástico y enfriar con agua potable a temperatura ambiente durante 5 a 10 minutos.

### **3.3.8 EXTRACCIÓN**

Una vez acondicionada la materia prima se efectúa la operación de extracción del zumo que consiste en introducir la zanahoria a través del alimentador al extractor para que el mismo se encargue de la separación del hueso y pulpa, hasta obtener el producto.

### **3.3.9 TAMIZADO**

Esta operación se realiza mediante un trasvase de un recipiente a otro, usando como filtro una tela como tamiz, que tiene por objeto de separar, todas las sustancias de mayor tamaño a fin de mejorar su apariencia o textura del zumo de zanahoria.

### **3.3.10 MEZCLADO**

Una vez que se obtuvo el zumo se procedió a realizar el mezclado, añadiendo agua con azúcar y esencia de canela, extracto de limón al zumo de zanahoria para elevar su acidez indicado en resultado del análisis fisicoquímico, así mismo se mezcla con el conservante (benzoato de sodio), el antioxidante (ácido ascórbico), y el estabilizante (goma xantan).

La mezcla de estos aditivos con el zumo no es instantánea, sino que se necesita un cierto tiempo de agitación de 10 a 15 s. Esta operación se realiza en un recipiente con ayuda de una paleta de madera.

### **3.3.11 PASTEURIZACIÓN**

El zumo de zanahoria se puede descomponer con facilidad debido a la presencia de microorganismos. La pasteurización se realizó con la finalidad de destruir los

microorganismos patógenos y también destruir significativamente el conteo microbiano total, mejorando así la calidad y propiedades organolépticas del zumo de zanahoria.

La pasteurización está en función de dos variables, la temperatura y el tiempo el sistema de pasteurización utilizado en el sistema de pasteurización lenta, que consiste en calentar el zumo a temperatura de 65-70°C durante 10 a 15 minutos para luego proceder al envasado.

### **3.3.12 ENVASADO**

El zumo de zanahoria será envasado en botellas de vidrio donde contiene 500 gr de peso neto y al mismo tiempo proteger al producto para su comercialización, que atraigan la atención del consumidor. Las botellas son bien lavadas y esterilizadas en baño maría, con el fin de asegurar la completa esterilidad.

### **3.3.13 ENFRIAMIENTO**

El zumo envasado es enfriado en el ambiente a 20 °C esto con el fin de que no haiga un cambio brusco de temperatura, el cual puede cambiar las propiedades organolépticas del producto, para posteriormente almacenarlo.

### **3.3.14 ALMACENAMIENTO**

El almacenado se lo realiza bajo refrigeración a temperatura entre 4 a 7 °C tratando de mantener la cadena de frío, en su distribución al consumidor final, para garantizar un producto de calidad, el cual también permite evitar los rayos ultravioletas que dañan al zumo de zanahoria.

## **3.4 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

La metodología utilizada para obtener los resultados experimentales en el presente trabajo de investigación se detallan a continuación.

### **3.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

En la tabla 3.3, se presenta la determinación de los parámetros fisicoquímicos realizados en la materia prima y producto terminado.

**Tabla 3.3**

**Parámetros fisicoquímicos**

<b>Materia prima</b>	<b>Producto terminado</b>
Acidez (ac. Cítrico)	Acidez (ac. Cítrico)
Azúcares totales	Azúcares totales
Azúcares reductores	Azúcares reductores
Cenizas	Cenizas
Fibra	Fibra
Materia grasa	Materia grasa
Hierro total	Hierro total
Hidratos de carbono	Hidratos de carbono
Humedad	Humedad
Proteína total(Nx6,25)	Proteína total(Nx6,25)
Sólidos solubles (25°C )	Sólidos solubles (25°C )
Sólidos totales	Sólidos totales
Valor energético	Valor energético

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Al producto terminado “zumo de zanahoria” se realizaron análisis microbiológicos con la finalidad de determinar:

- \* Coliformes totales
- \* Coliformes fecales
- \* Bacterias aerobias mesófilas

### **3.4.3 TÉCNICAS DE DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS**

Las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo “CEANID” dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”. Los análisis consistieron en la determinación de las características fisicoquímicas de la materia prima y producto terminado se tomaron en cuenta la acidez, azúcares reductores, azúcares totales, cenizas, fibra, hidratos de carbono, materia grasa, hierro, humedad, proteína total, sólidos totales, valor energético y sólidos solubles.

La tabla 3.4, se muestra los métodos de análisis fisicoquímicos utilizados en el zumo de zanahoria el cual es realizado en el centro de análisis investigación y desarrollo (CEANID).

**Tabla 3.4**

**Métodos de análisis utilizados**

<b>Tipo de análisis</b>	<b>Método utilizado</b>
Acidez (ac. Cítrico)	NB 454-81
Azúcares totales	NB 38033-2006
Azúcares reductores	NB 38033-2006
Cenizas	NB 075-74
Fibra	Manual tec. CEANID
Materia grasa	Enc. Química industrial
Hierro total	SM 3500-FeB
Hidratos de carbono	Calculo
Humedad	NB 074-2000
Proteína total(Nx6,25)	NB 466-81
Sólidos solubles (25°C )	NB 383-80
Sólidos totales	NB 231: 1-98
Valor energético	Calculo

**Fuente:** Centro de análisis investigación y desarrollo (CEANID)

La tabla 3.5, se muestra los métodos de análisis microbiológico utilizado en el zumo de zanahoria el cual es realizado en el centro de análisis investigación y desarrollo (CEANID).

**Tabla 3.5**

**Método de determinación de análisis microbiológicos**

<b>Tipo de análisis</b>	<b>Método utilizado</b>
Coliformes totales	NB32005
Coliformes fecales	NB32005
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003

**Fuente:** Centro de análisis investigación y desarrollo (CEANID)

### **3.5 ANÁLISIS SENSORIAL**

Las evaluaciones sensoriales del presente trabajo de investigación fueron realizadas en la muestra patrón, en las diferentes etapas del proceso de obtención del zumo de zanahoria, y en el producto terminado y en base a la apreciación de la escala hedónica, con respecto al trabajo experimental.

#### **3.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL EN LA MUESTRA PATRÓN**

Se presentó como muestra patrón el zumo de zanahoria natural, obtenido mediante extracción utilizando el extractor de la marca “BKF”, la misma que evaluada por jueces no entrenados mediante un test de escala hedónica en el que se calificó cada uno de los atributos: color, olor, sabor y textura.

**Figura 3.2**

#### **Zumo de zanahoria natural**



**Fuente:** <http://www.laboratoriosnale.com/>

La figura 3.1: Muestra el zumo de zanahoria natural utilizado en la evaluación sensorial.

#### **3.5.3 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN EL PRODUCTO ELABORADO**

Las determinaciones del color, olor, sabor y textura del producto obtenido, se desarrolló de la siguiente manera.

### **3.5.3.1 DETERMINACIÓN DE OLOR Y SABOR**

En base a la muestra patrón seleccionada, se elaboraron ocho muestras que se diferenciaron en la formulación por la cantidad de goma xantan, extracto de limón y tiempo de sedimentación. La evaluación sensorial fue mediante un test de escala hedónica, en el que participaron 10 jueces no entrenados que evaluaron los atributos olor y sabor.

### **3.5.3.2 DETERMINACIÓN DE COLOR Y TEXTURA**

En base a las ocho muestras anteriores, las cuatro mejores calificadas en la escala hedónica por los atributos olor y sabor, se elaboraron cuatro muestras que se diferenciaron en la temperatura y tiempo en la etapa de pasteurización que fue de gran importancia en la obtención de zumo de zanahoria; de estas variables depende el color y textura para el producto terminado. La evaluación sensorial fue mediante un test de escala hedónica, en el que participaron 10 jueces no entrenados que evaluaron los atributos color y textura.

### **3.5.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO**

Se realizó una evaluación sensorial del producto terminado de la muestra obtenida anteriormente mejor calificada por los atributos color y textura. Se presentó a 10 jueces no entrenados para evaluar el producto zumo de zanahoria, mediante un test de escala hedónica evaluando los atributos olor y sabor.

## **3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los diseños factoriales son ampliamente utilizados en experimentos en los que intervienen factores para estudiar el efecto conjunto de estos sobre una respuesta (21), para el presente trabajo de investigación se elaboró el diseño  $2^3$  número de tratamientos o combinaciones para realizar un diseño factorial completo, ya que existen 2 niveles para cada tres factores A, B y C, en el que se desarrolló en la operación de mezclado.

### **3.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL MEZCLADO**

En la etapa de mezclado de goma xantan, extracto de limón y tiempo de sedimentación fue de gran importancia en la formulación del zumo de zanahoria, ya que las variaciones en la

cantidad de extracto de limón y goma xantan y tiempo de sedimentación, influyeron en los atributos olor y sabor del producto.

El diseño factorial planteado  $2^k$  (Montgomery, (1999) en la etapa de mezclado fue el siguiente.

$$2^k = 2^3 = 2 * 2 * 2 = 8 \text{ tratamientos}$$

Dónde:

2 = niveles de variación

k= número de variables

La tabla 3.6 muestra los niveles de variación de cada factor en el mezclado para el zumo de zanahoria.

**Tabla 3.6**  
**Niveles de variación de factores para el zumo de zanahoria**

Variables					
Goma xantan		Extracto de limón		Tiempo de sedimentación	
Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior
G <sub>X1</sub> = 0,2g. (-)	G <sub>X2</sub> = 0,3g. (+)	E <sub>L1</sub> = 2g. (-)	E <sub>L2</sub> = 3g. (+)	T <sub>S1</sub> = 5 min. (-)	T <sub>S2</sub> = 10 min. (+)

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

G<sub>X1</sub>, G<sub>X2</sub> = Goma xantan

E<sub>L1</sub>, E<sub>L2</sub> = Extracto de limón

T<sub>S1</sub>, T<sub>S2</sub> = Tiempo de sedimentación

En la tabla 3.7 se muestra el arreglo factorial del diseño planteado en el mezclado.

**Tabla 3.7**

**Diseño factorial de las variables para el mezclado**

N° de pruebas o Tratamientos	variables			Combinaciones	
	Goma xantan (Gx)	Extracto de limón (EL)	Tiempo de sedimentación (Ts)	Replica I	Replica II
1	Gx <sub>1</sub>	EL <sub>1</sub>	Ts <sub>1</sub>	Gx <sub>11</sub> EL <sub>11</sub> Ts <sub>11</sub>	Gx <sub>12</sub> EL <sub>12</sub> Ts <sub>12</sub>
2			Ts <sub>2</sub>	Gx <sub>11</sub> EL <sub>11</sub> Ts <sub>21</sub>	Gx <sub>12</sub> EL <sub>12</sub> Ts <sub>22</sub>
3		EL <sub>2</sub>	Ts <sub>1</sub>	Gx <sub>11</sub> EL <sub>21</sub> Ts <sub>11</sub>	Gx <sub>12</sub> EL <sub>22</sub> Ts <sub>12</sub>
4			Ts <sub>2</sub>	Gx <sub>11</sub> EL <sub>21</sub> Ts <sub>21</sub>	Gx <sub>12</sub> EL <sub>22</sub> Ts <sub>22</sub>
5	Gx <sub>2</sub>	EL <sub>1</sub>	Ts <sub>1</sub>	Gx <sub>21</sub> EL <sub>11</sub> Ts <sub>11</sub>	Gx <sub>22</sub> EL <sub>12</sub> Ts <sub>12</sub>
6			Ts <sub>2</sub>	Gx <sub>21</sub> EL <sub>11</sub> Ts <sub>21</sub>	Gx <sub>22</sub> EL <sub>12</sub> Ts <sub>22</sub>
7		EL <sub>2</sub>	Ts <sub>1</sub>	Gx <sub>21</sub> EL <sub>21</sub> Ts <sub>11</sub>	Gx <sub>22</sub> EL <sub>22</sub> Ts <sub>12</sub>
8			Ts <sub>2</sub>	Gx <sub>21</sub> EL <sub>21</sub> Ts <sub>21</sub>	Gx <sub>22</sub> EL <sub>22</sub> Ts <sub>22</sub>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.8**

**Matriz de combinaciones del diseño experimental 2<sup>3</sup> en el mezclado**

Tratamientos	Variables			Y <sub>ji</sub>
	Gx	EL	Ts	
1	-	-	-	Y <sub>1</sub>
2	+	-	-	Y <sub>2</sub>
3	-	+	-	Y <sub>3</sub>
4	+	+	-	Y <sub>4</sub>
5	-	-	+	Y <sub>5</sub>
6	+	-	+	Y <sub>6</sub>
7	-	+	+	Y <sub>7</sub>
8	+	+	+	Y <sub>8</sub>

Fuente: Montgomery, 1991

La variable respuesta: La suspensión de sólidos

**CAPÍTULO IV**

**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

**DE RESULTADOS**

## 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La caracterización de la materia prima en el presente trabajo experimental fue realizada tomando en cuenta los aspectos:

### 4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

En la realización de la parte experimental del trabajo, se tomó en cuenta el control de calidad de la zanahoria, en el que hizo una selección visual de acuerdo a lo siguiente:

- Zanahoria dañada
- Madurez de la zanahoria
- Color de la zanahoria

También se tomó en cuenta una cantidad de una cuartilla y media de zanahorias; en la cual se hizo un muestreo al azar y aleatoriamente. Para determinar las mediciones de peso, diámetro, longitud, peso de cascara, zanahoria sin cascara y porción comestible de un total de quince zanahorias que son expresados en la tabla 4.1

El promedio de los resultados es la suma de todos los valores observado por el número total de observaciones. Se tomó en cuenta la expresión matemática (4.1)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Valor promedio de los resultados

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = Son los valores observados de las muestras

$n$  = Numero de observaciones (muestras)

**Tabla: 4.1****Características físicas de la zanahoria**

Muestras	Peso de la zanahoria (g)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Peso cascara (g)	Zanahoria sin cascara (g)	Porción comestible (%)
1	98	32,01	112,54	19	79	80,61
2	89	31,55	124,01	18	71	79,78
3	85	27,41	110,28	19	66	77,65
4	65	32,05	102,00	10	55	84,62
5	80	28,77	112,51	18	62	77,50
6	102	37,85	113,08	21	81	79,41
7	70	32,00	111,68	17	53	75,71
8	68	27,83	109,00	12	56	82,35
9	82	31,04	112,00	13	69	84,15
10	84	26,50	108,40	14	70	83,33
11	80	31,61	101,00	12	68	85,00
12	104	32,63	115,00	22	82	78,85
13	87	29,09	105,00	16	71	81,61
14	65	26,42	102,00	11	54	88,52
15	84	32,25	98,76	15	69	82,14
Promedio	82,87	30,60	109,15	15,80	67,07	81,42

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.2, se muestran los valores promedio de las propiedades físicas de la zanahoria de un 81,42 % de la porción comestible en base a los resultados de la tabla 4.1.

**Tabla 4.2****Valores promedios de las características físicas de la zanahoria**

Detalle	Rango	Media
Peso de la zanahoria (g)	65 – 104	82,87
Diámetro (mm)	26,42-37,85	30,60
Longitud (mm)	98,76-124,501	109,15
Peso de la cascara (g)	11-22	15,80
Zanahoria sin cascara (g)	53-82	67,07
Porción comestible (%)	75,71-88,52	81,42

**Fuente:** Elaboración propia

La porción comestible promedio en la tabla 4.2; representa el 81,42%, peso de la zanahoria 82,87g, diámetro 30,60 mm y longitud de 114,71 mm, peso de la cascara de la zanahoria 15,80g, peso de la zanahoria sin cascara 67,07g.

#### 4.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

Las propiedades fisicoquímicas de la zanahoria tales como acidez, azúcares reductores, azúcares totales, cenizas, fibra, hidratos de carbono, materia grasa, hierro, humedad, proteína total, sólidos totales y valor energético se muestran en la tabla 4.1 de acuerdo a los datos obtenidos por el Centro de Análisis de Investigación (CEANID) (ver en anexo E.1).

**Tabla 4.3**

#### **Análisis fisicoquímicos de la zanahoria**

<b>Detalle</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor</b>
Acidez (ac. Cítrico)	%	0,06
Azúcares totales	%	4,32
Azúcares reductores	%	2,83
Cenizas	%	0,59
Fibra	%	1,53
Materia grasa	%	0,03
Hierro total	mg/Kg	2,93
Hidratos de carbono	%	8,38
Humedad	%	89,18
Proteína total(Nx6,25)	%	0,29
Sólidos solubles (25°C )	°Brix	7,6
Sólidos totales	%	10,82
Valor energético	Kcal/100g	34,95

**Fuente:** CEANID, 2015

Se puede observar en la tabla 4.1, que el contenido de humedad de la zanahoria es del 89,18%, proteína total del 0,29%, materia grasa con 0,03%, los hidratos de carbono 8,38%, azúcares reductores 2,83%, azúcares totales 4,32%, fibra con un 1,53%, hierro 2,93 mg/100Kg, acidez 0,06 %, cenizas 0,59% y valor energético 34,95 Kcal/100g.

#### 4.2 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA MUESTRA

##### **PATRÓN**

La evaluación sensorial de la muestra patrón se utilizó zumo de zanahoria natural, el cual se tomó como muestra, al ser obtenido al momento de su evaluación.

**Tabla 4.4**

**Zumo de zanahoria natural**

<b>Marca</b>	<b>Industria</b>	<b>Presentación</b>
Zumo de zanahoria natural	Mercado local	Envase de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se efectuó el análisis sensorial de la muestra patrón realizada por 10 jueces no entrenados. A continuación la tabla 4.5 muestra el resultado del puntaje promedio de la evaluación sensorial de la muestra patrón (MP) (ver anexo B.1).

**Tabla 4.5**

**Puntaje promedio de la evaluación sensorial de la muestra patrón**

<b>Muestra patrón</b>	<b>Atributo (Escala Hedónica)</b>			
	Sabor	Textura	Olor	Color
Zumo de zanahoria natural	6.4	7,0	6.3	7.5

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.5, el olor y sabor tienen un puntaje de 6.3 y 6.4 en la escala hedónica, lo que indica que gusta ligeramente. Respecto a la textura y color, que tienen un puntaje de 7 y 7.5 respectivamente, lo que indica que gusta moderadamente.

### **4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA DE PREFERENCIA**

Muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial de las diferentes combinaciones del diseño experimental al producto zumo de zanahoria

#### **4.3.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR**

La tabla 4.6, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial de las diferentes combinaciones del diseño experimental al producto zumo de zanahoria en el atributo olor. Obtenidos en la tabla C.2.1 (ver ANEXO C), para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

**Tabla 4.6****Datos de la evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia: olor**

JUEZ	MUESTRAS							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<b>1</b>	6	6	6	6	5	5	7	6
<b>2</b>	6	5	6	5	6	6	8	5
<b>3</b>	8	6	7	6	7	5	5	6
<b>4</b>	5	8	6	6	7	4	5	8
<b>5</b>	7	8	7	6	8	7	8	9
<b>6</b>	7	8	8	6	7	7	7	5
<b>7</b>	6	7	7	7	7	7	8	6
<b>8</b>	8	7	8	8	7	8	9	7
<b>9</b>	5	5	7	5	6	7	8	5
<b>10</b>	5	5	5	7	5	5	7	6
$\bar{x}$	6,3	6,5	6,7	6,2	6,5	6,1	7,2	6,3

**Fuente:** Elaboración propia

M1= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón= 2g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M2= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación=10 min.

M3= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M4= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 10 min.

M5= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación= 5 min.

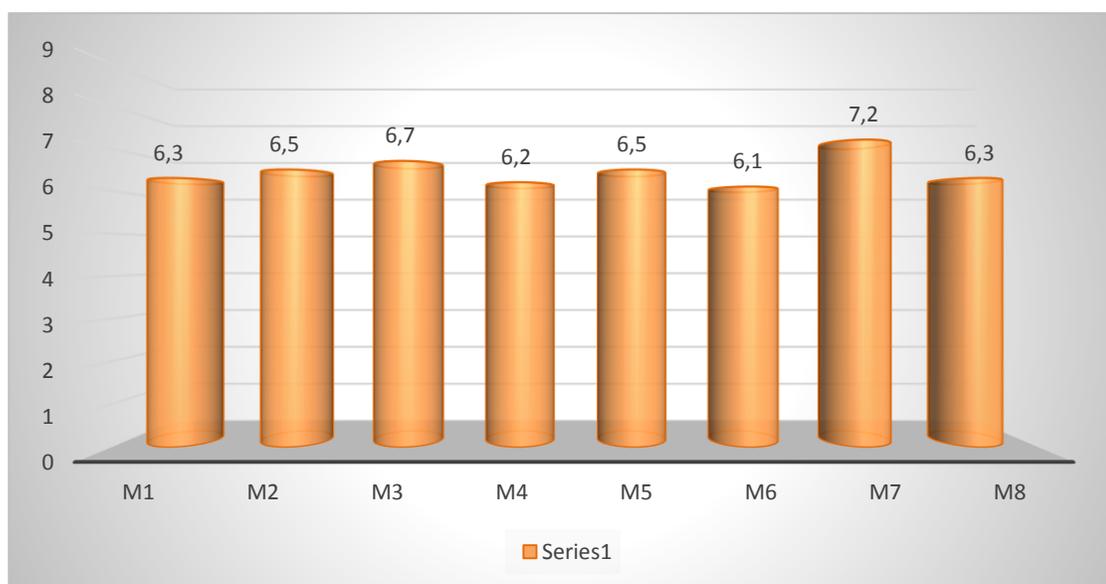
M6= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación= 10 min.

M7= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M8= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 10 min.

**Figura 4.1**

**Resultados promedios de la evaluación sensorial para elegir muestra de preferencia: olor**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.1.1 PRUEBA DE FISHER PARA LA MUESTRA DE PREFERENCIA

En la tabla 4.7, se muestra los resultados del análisis de varianza, de la prueba de Fisher extraídos de la tabla C.3.2 (ANEXO C), para el atributo sensorial olor.

**Tabla 4.7**

**Análisis de varianza del atributo olor para elegir la muestra de preferencia**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	105,95	79			
Muestras (A)	8,55	7	1,221	1,312	2,160
Jueces (B)	38,7	9	4,3	4,615	2,033
Error	58,7	63	0,932		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.2.2 que  $F_{cal.} \leq F_{tab.}$  ( $1,312 \leq 2,160$ ) Para los tratamientos. Se acepta la hipótesis por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo olor a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial por la preferencia de los jueces por la muestra M7, con mayor puntaje en la escala hedónica para el atributo olor.

### 4.3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO

#### SABOR

La tabla 4.8, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial de las diferentes combinaciones del diseño experimental al producto zumo de zanahoria en el atributo sabor. Obtenidos en la tabla C.3.1 (ver ANEXO C), para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

**Tabla 4.8**

**Datos de la evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia: sabor**

MUESTRAS								
JUEZ	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	6	7	5	6	5	5	9	5
2	6	6	5	6	5	7	8	6
3	5	8	8	5	8	5	7	5
4	5	6	5	5	5	7	8	6
5	6	5	8	6	6	9	9	8
6	5	6	5	6	8	6	8	6
7	5	6	5	5	7	7	8	5
8	7	8	6	5	6	5	8	5
9	6	6	5	5	5	5	7	6
10	5	5	7	5	7	6	6	5
$\bar{x}$	5,6	6,3	5,9	5,4	6,2	6,2	7,8	5,7

**Fuente:** Elaboración propia

M1= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantán= 0,2g, extracto de limón= 2g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M2= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantán= 0,2g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación=10 min.

M3= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M4= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,2g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 10 min.

M5= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación= 5 min.

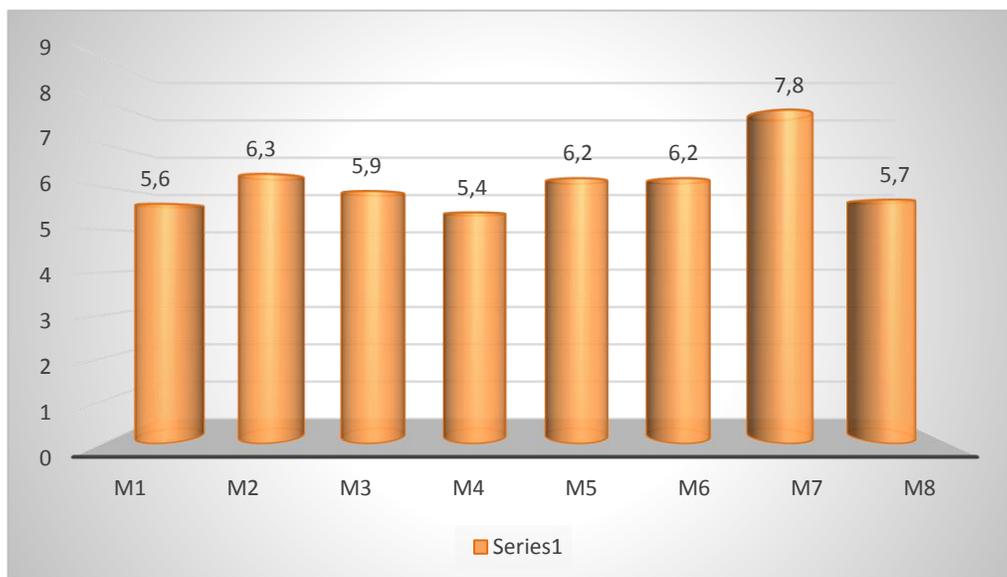
M6= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=2g, tiempo de sedimentación= 10 min.

M7= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 5 min.

M8= zumo de zanahoria= 400g, agua= 100g, azúcar= 4g, benzoato NA= 0,15g, ácido ascórbico= 0,1g, esencia de canela, goma xantan= 0,3g, extracto de limón=3g, tiempo de sedimentación= 10 min.

**Figura 4.2**

**Resultados promedios de la evaluación sensorial de la muestra preferencia: sabor**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.2.1 PRUEBA DE DUNCAN PARA LA MUESTRA DE PREFERENCIA

Tabla 4.9, muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan extraído de la tabla C.3.5 (ANEXO C), para el atributo sensorial de sabor.

**Tabla 4.9**

**Análisis estadístico de la prueba de Duncan para elegir la muestra de preferencia: sabor**

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
M7-M2	$7,8-6,3= 1,50 > 0,903$	Hay significancia
M7-M5	$7,8-6,2= 1,60 > 0,949$	Hay significancia
M7-M6	$7,8-6,2= 1,60 > 0,980$	Hay significancia
M7-M3	$7,8-5,9= 1,90 > 1,002$	Hay significancia
M7-M8	$7,8-5,7= 2,10 > 1,019$	Hay significancia
M7-M1	$7,8-5,6= 2,20 > 1,033$	Hay significancia
M7-M4	$7,8-5,4= 2,40 > 1,044$	Hay significancia
M2-M5	$6,3-6,2= 0,10 < 0,903$	No hay significancia
M2-M6	$6,3-6,2= 0,10 < 0,949$	No hay significancia
M2-M3	$6,3-5,9= 0,40 < 0,980$	No hay significancia
M2-M8	$6,3-5,7= 0,60 < 1,002$	No hay significancia
M2-M1	$6,3-5,6= 0,70 < 1,019$	No hay significancia
M2-M4	$6,3-5,4= 0,90 < 1,033$	No hay significancia
M5-M6	$6,2-6,2= 0,00 < 0,903$	No hay significancia
M5-M3	$6,2-5,9= 0,30 < 0,949$	No hay significancia
M5- M8	$6,2-5,7= 0,50 < 0,980$	No hay significancia
M5- M1	$6,2- 5,6= 0,60 < 1,002$	No hay significancia
M5- M4	$6,2- 5,4= 0,80 < 1,019$	No hay significancia
M6- M3	$6,2-5,9= 0,30 < 0,903$	No hay significancia
M6- M8	$6,2- 5,7= 0,50 < 0,949$	No hay significancia
M6- M1	$6,2- 5,6= 0,60 < 0,980$	No hay significancia
M6- M4	$6,2-5,4= 0,80 < 1,002$	No hay significancia
M3- M8	$5,9-5,7= 0,20 < 0,903$	No hay significancia
M3- M1	$5,9-5,6= 0,30 < 0,949$	No hay significancia
M3- M4	$5,9-5,4= 0,50 < 0,980$	No hay significancia
M8- M1	$5,7-5,6= 0,10 < 0,903$	No hay significancia
M8- M4	$5,7-5,4= 0,30 < 0,949$	No hay significancia
M1- M4	$5,6-5,4= 0,20 < 0,903$	No hay significancia

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.9 y la figura 4.2, se puede observar que existe evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial sabor, para un límite de significancia del 95%. Por lo existen significancia entre muestras M7 con M1, M2, M3,

M4, M5, M6, M7 y M8. Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces las muestras M7, M2, M5 y M6, son las de mejor aceptación en comparación a las demás.

#### 4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL 2<sup>3</sup>

El análisis estadístico se realizó a partir de los datos experimentales en el mezclado del zumo de zanahoria. Utilizando las variables de cantidad de goma xantan (0,2g-0,3g.), extracto de limón (2g.-3g.) y tiempo de sedimentación (5min.-10min.), cuya variable de respuesta es la suspensión de sólidos en las muestras de zumo de zanahoria. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.10

**Tabla 4.10**

**Datos obtenidos experimentalmente**

<b>Cantidad de goma xantan (Factor A) g.</b>	<b>Cantidad de extracto de limón (Factor B) g.</b>			
	1		2	
	<b>Tiempo de sedimentación (Factor C) min.</b>			
	1	2	1	2
<b>1</b>	504,45	504,63	505,41	505,75
	504,33	504,63	505,45	505,59
<b>2</b>	504,41	504,71	505,37	505,71
	504,41	504,67	505,33	505,51

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.11, muestra los resultados de las variables en el mezclado en las muestras del zumo de zanahoria a dos niveles y dos replicas.

**Tabla 4.11**

**Matriz de resultados de las variables para el mezclado en función a la cantidad de suspensión de sólidos**

Combinación de tratamientos	Replicas		Total	Simbología
	I	II		
A inf; B inf; C inf.	504,45	504,41	1008,86	1
A sup; B inf; C inf.	504,33	504,41	1008,74	a
A inf; B sup; C inf.	505,41	505,45	1010,86	b
A sup; B sup; C inf.	505,37	505,33	1010,70	ab
A inf; B inf; C sup.	504,63	504,63	1009,26	c
A sup; B inf; C sup.	504,71	504,67	1009,38	ac
A inf; B sup; C sup.	505,75	505,71	1011,46	bc
A sup; B sup; C sup.	505,59	505,51	1011,10	abc

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.12, muestra los resultados del análisis de varianza (ANVA) de un diseño 2<sup>3</sup>. Cuyo resultado y metodología de resolución se detalla en la tabla D.4 (ANEXO D).

**Tabla 4.12**

**ANVA de las variables para el zumo de zanahoria para el diseño 2<sup>3</sup>**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIO CUADRADO	F cal.	F tab.
SS(T)	4,2070	15			
SS(Gx)	0,0169	1	0,0169	*6,7331	5,318
SS(EL)	3,8809	1	3,8809	*1546,17	5,318
SS(Ts)	0,2601	1	0,2601	*103.625	5,318
SS(Gx EL)	0,0169	1	0,0169	*6,7331	5,318
SS(GxTs)	0,0001	1	0,0001	0,0398	5,318
SS(ELTs)	0,0001	1	0,0001	0,0398	5,318
SS(GxELTs)	0,0121	1	0,0121	4,8207	5,318
SS(E)	0,0201	8	0,00251		

**Fuente:** Elaboración propia

Para las variables:

G<sub>x</sub>= Goma xantan

E<sub>L</sub>= Extracto de limón

T<sub>s</sub>= Tiempo de sedimentación

En la tabla 4.12 se observa que los factores (G<sub>x</sub>) goma xantan, (E<sub>L</sub>) extracto de limón, (T<sub>s</sub>) tiempo de sedimentación, y la interacción (G<sub>x</sub> E<sub>L</sub>) goma xantan-extracto de limón; son muy importantes y se deben controlar durante el mezclado del zumo de zanahoria ya que influyen directamente en la suspensión de sólidos y sabor final del producto, en cambio las interacciones (G<sub>x</sub>T<sub>s</sub>) goma xantan-tiempo de sedimentación, (E<sub>L</sub>T<sub>s</sub>) extracto de limón-tiempo de sedimentación, (G<sub>x</sub>E<sub>L</sub>T<sub>s</sub>) goma xantan-extracto de limón-tiempo de sedimentación; no son significativos. En conclusión ya que F calculado es menor que F tabulado por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para un límite de confianza del 95%.

#### **4.5 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL EN LAS DIFERENTES MUESTRAS TRATADAS**

Muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial en la pasteurización del producto zumo de zanahoria

##### **4.5.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR**

La tabla 4.13, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial en la pasteurización al producto zumo de zanahoria en el atributo color. Obtenidos en la tabla C.4.1 (ver ANEXO C), para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

**Tabla 4.13**

**Datos de la evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia: color**

JUEZ	MUESTRAS			
	M1	M2	M3	M4
1	7	9	9	8
2	7	7	7	7
3	7	7	7	6
4	8	8	8	8
5	8	8	8	8
6	8	6	8	8
7	8	7	8	8
8	6	8	7	6
9	8	8	7	6
10	7	7	8	7
$\bar{x}$	7,4	7,5	7,7	7,2

**Fuente:** Elaboración propia

M1= Muestra con una temperatura de 65°C y un tiempo de 10 minutos.

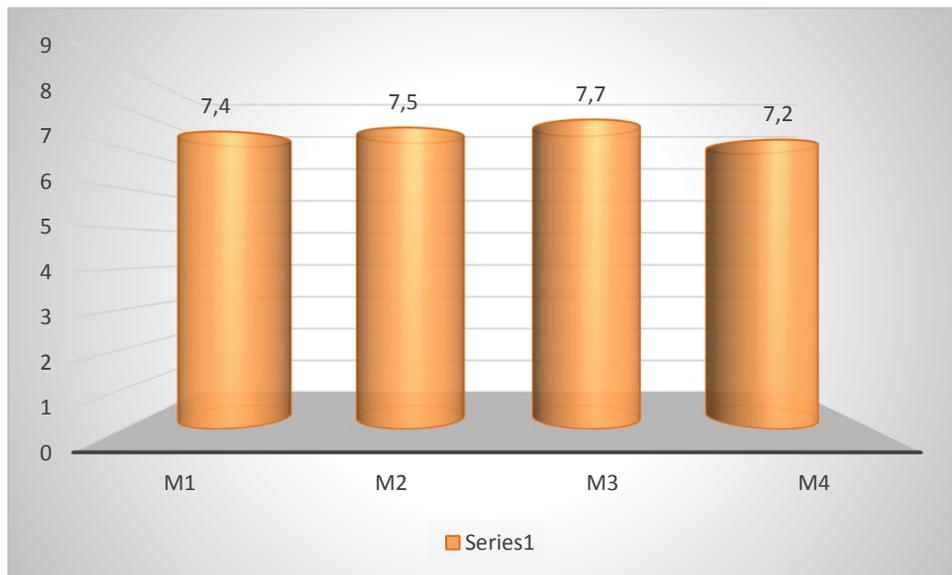
M2= Muestra con una temperatura de 65°C y un tiempo de 15 minutos.

M3= Muestra con una temperatura de 70°C y un tiempo de 10 minutos.

M4= Muestra con una temperatura de 70°C y un tiempo de 15 minutos.

**Figura 4.3**

**Resultados promedios de la evaluación sensorial en la pasteurización: Color**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.1.1 PRUEBA DE FISHER PARA LA MUESTRA TRATADA

En la tabla 4.14, se muestra los resultados del análisis de varianza, de la prueba de Fisher extraídos de la tabla C.4.2 (ANEXO C), para el atributo sensorial Color.

**Tabla 4.14**

##### **Análisis de varianza del atributo color para elegir la muestra tratada**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	23,900	39			
Muestras (A)	1,300	3	0,433	0,959	2,960
Jueces (B)	10,400	9	1,156	2,557	2,250
Error	12,200	27	0,452		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.4.14 que  $F_{cal.} \leq F_{tab.}$  ( $0,959 \leq 2,960$ ) Para los tratamientos. Se acepta la hipótesis por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo color a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial por la preferencia de los jueces por la muestra M3, con mayor puntaje en la escala hedónica para el atributo color.

#### 4.5.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO DE TEXTURA

La tabla 4.15, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial en la pasteurización al producto zumo de zanahoria en el atributo textura. Obtenidos en la tabla C.5.1 (ver ANEXO C), para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

**Tabla 4.15**

**Datos de la evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia: Textura**

JUEZ	MUESTRAS			
	M1	M2	M3	M4
1	8	7	8	8
2	7	7	8	8
3	6	7	7	6
4	7	6	8	8
5	8	7	7	8
6	6	6	7	9
7	7	7	8	8
8	6	8	9	6
9	7	6	7	7
10	8	6	7	7
$\bar{x}$	7,0	6,7	7,6	7,5

**Fuente:** Elaboración propia

M1= Muestra con una temperatura de 65°C y un tiempo de 10 minutos.

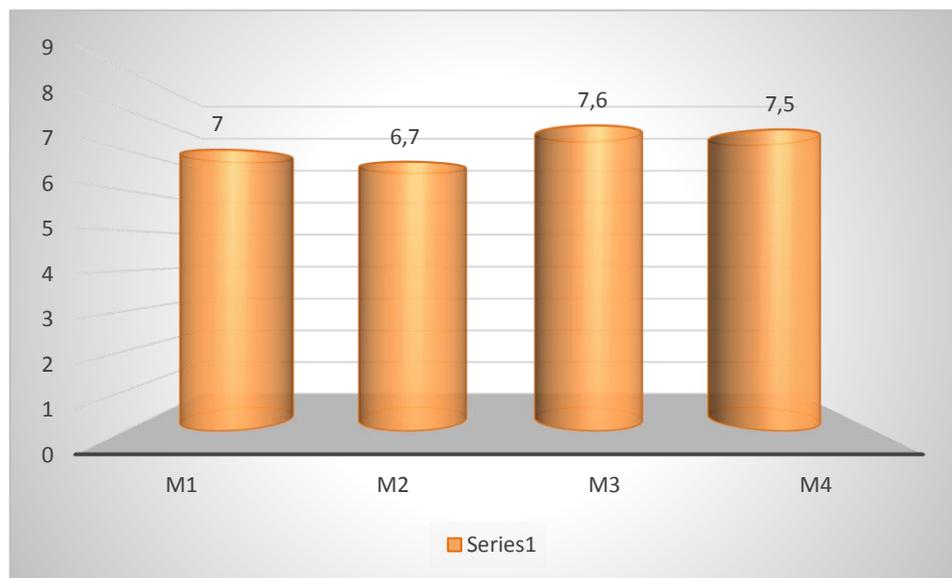
M2= Muestra con una temperatura de 65°C y un tiempo de 15 minutos.

M3= Muestra con una temperatura de 70°C y un tiempo de 10 minutos.

M4= Muestra con una temperatura de 70°C y un tiempo de 15 minutos.

**Figura 4.4**

**Resultados promedios de la evaluación sensorial en la pasteurización: Textura**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.2.2 PRUEBA DE FISHER PARA LA MUESTRA TRATADA

En la tabla 4.16, se muestra los resultados del análisis de varianza, de la prueba de Fisher extraídos de la tabla C.5.2 (ANEXO C), para el atributo sensorial de Textura.

**Tabla 4.16**

##### **Análisis de varianza del atributo textura para elegir la muestra tratada**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	28,400	39			
Muestras (A)	5,400	3	1,8	2,761	2,960
Jueces (B)	5,400	9	0,6	0,921	2,250
Error	17,600	27	0,652		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.4.16 que  $F_{cal.} \leq F_{tab.}$  ( $2,761 \leq 2,960$ ) Para los tratamientos. Se acepta la hipótesis por lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre muestras para el atributo textura a un nivel de significancia de 0,05. Donde los resultados del análisis sensorial por la preferencia de los jueces por la muestra M3, con mayor puntaje en la escala hedónica para el atributo de textura.

#### 4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.17, muestra el resultado del puntaje promedio en la escala hedónica de la evaluación sensorial del producto (zumo de zanahoria) en los atributos de color, olor, sabor y textura, datos extraídos de la tabla C.6.1 (ANEXO C).

**Tabla 4.17**

**Datos de la evaluación sensorial del producto terminado: Color, Olor, Sabor y Textura**

ATRIBUTOS SENSORIALES				
JUEZ	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	9	8	9	8
2	7	6	7	8
3	7	6	7	7
4	8	9	9	8
5	8	8	7	7
6	8	5	9	7
7	8	7	8	8
8	7	5	9	9
9	7	6	7	7
10	8	8	8	7
$\bar{x}$	7,7	6,8	8,0	7,6

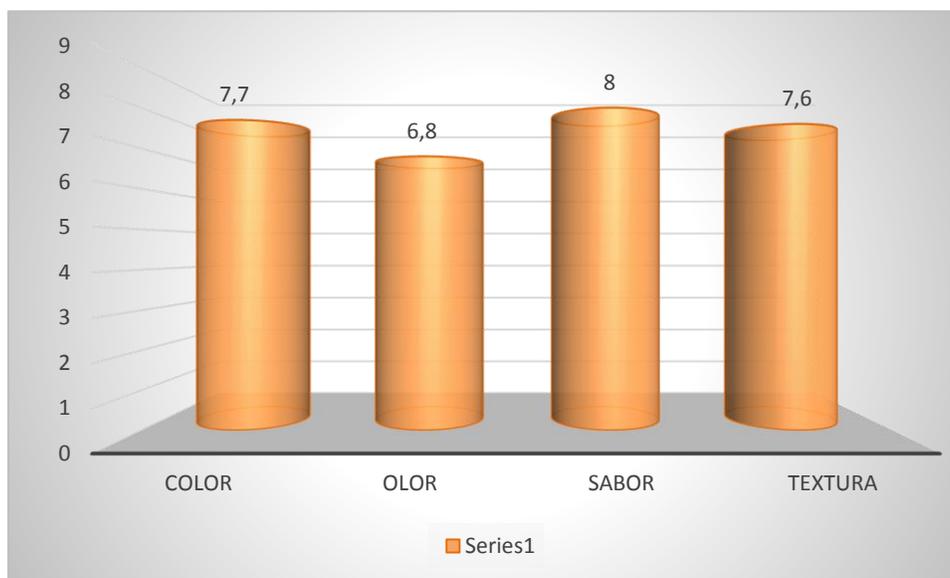
**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.17, el producto terminado presenta un puntaje en la escala hedónica, para el olor un puntaje mayor a 6 puntos, lo que significa que gusta ligeramente, para el color y textura con un puntaje mayor a 7 puntos, lo que significa que gusta moderadamente, así mismo para el atributo sabor un puntaje igual a 8 puntos lo que significa que gusta mucho.

En la figura 4.4, representa los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial del producto terminado (zum de zanahoria), datos extraídos de la tabla C.6.1 (ANEXO C)

**Figura 4.5**

**Resultados promedios de la evaluación sensorial para el producto terminado**



**Fuente:** Elaboración propia

Con los resultados de la tabla 4.17 y utilizando la ecuación 4.2 se calculó el porcentaje promedio de los atributos sensoriales del zumo de zanahoria los mismos que se muestran en la tabla 4.18

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{Pp_A}{N} * 100 \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

Donde:

Pp<sub>A</sub>= Puntaje promedio de los atributos

N= Puntaje máximo en la escala hedónica

**Tabla 4.18**

**Porcentaje promedio del producto terminado**

ATRIBUTOS SENSORIALES (%)			
COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
85,56	75,56	88,89	84,44

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 4.18, se puede observar que los porcentajes promedio están por encima de los 75%, por lo que se puede concluir que el producto presenta un alto porcentaje de aceptación.

#### **4.7 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO ZUMO DE ZANAHORIA**

La tabla 4.19, muestra los resultados obtenidos (ANEXO E) del análisis fisicoquímico realizado del producto zumo de zanahoria, una vez terminado todo el proceso de obtención de zumo de zanahoria, obtenidos del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

**Tabla 4.19**

##### **Propiedades fisicoquímicas del producto terminado zumo de zanahoria**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Resultado</b>
Acidez (ac. cítrico)	%	0,21
Azúcares totales	%	3,73
Azúcares reductoras	%	0,43
Cenizas	%	0,45
Fibra	%	0,17
Materia grasa	%	0,04
Hierro total	mg/kg	2,66
Hidratos de carbono	%	6,88
Humedad	%	91,77
Proteína total (Nx6,25)	%	0,69
Sólidos solubles (25 °C)	°Brix	7,8
Sólidos totales	%	8,23
Valor energético	Kcal/100g	30,64

**Fuente:** CEANID, 2015

Como se puede observar en la tabla 4.19, la acidez del producto es de 0,21%, azúcares totales es de 3,73%, azúcares reductoras es de 0,43%, hidratos de carbono es de 6,88%, el contenido de cenizas es de 0,45%, fibra es de 0,17%, materia grasa es de 0,04, en contenido en minerales como el hierro es de 2,66% , humedad es de 91,77%, proteína total es de 0,69%, sólidos solubles es de 7,8 °Brix, sólidos solubles es de 8,23% y valor energético de 30,64%

#### 4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO ZUMO DE ZANAHORIA

La tabla 4.20, muestra los resultados obtenidos (ANEXO E) del análisis microbiológico realizado al producto zumo de zanahoria, una vez realizado todo el proceso de obtención de zumo de zanahoria, obtenidos del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

**Tabla 4.20**

##### **Análisis microbiológico del producto terminado zumo de zanahoria**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Coliformes totales	ufc/ml	$1,5 \times 10^1$
Coliformes fecales	ufc/ml	3
Bacterias aerobias mesófilas	ufc/ml	$8,2 \times 10^2$

**Fuente:** CEANID, 2015

(\*)= Se ha observado el desarrollo de colonias la mínima parte donde quiere decir que es apto para el consumo de acuerdo a sus límites:

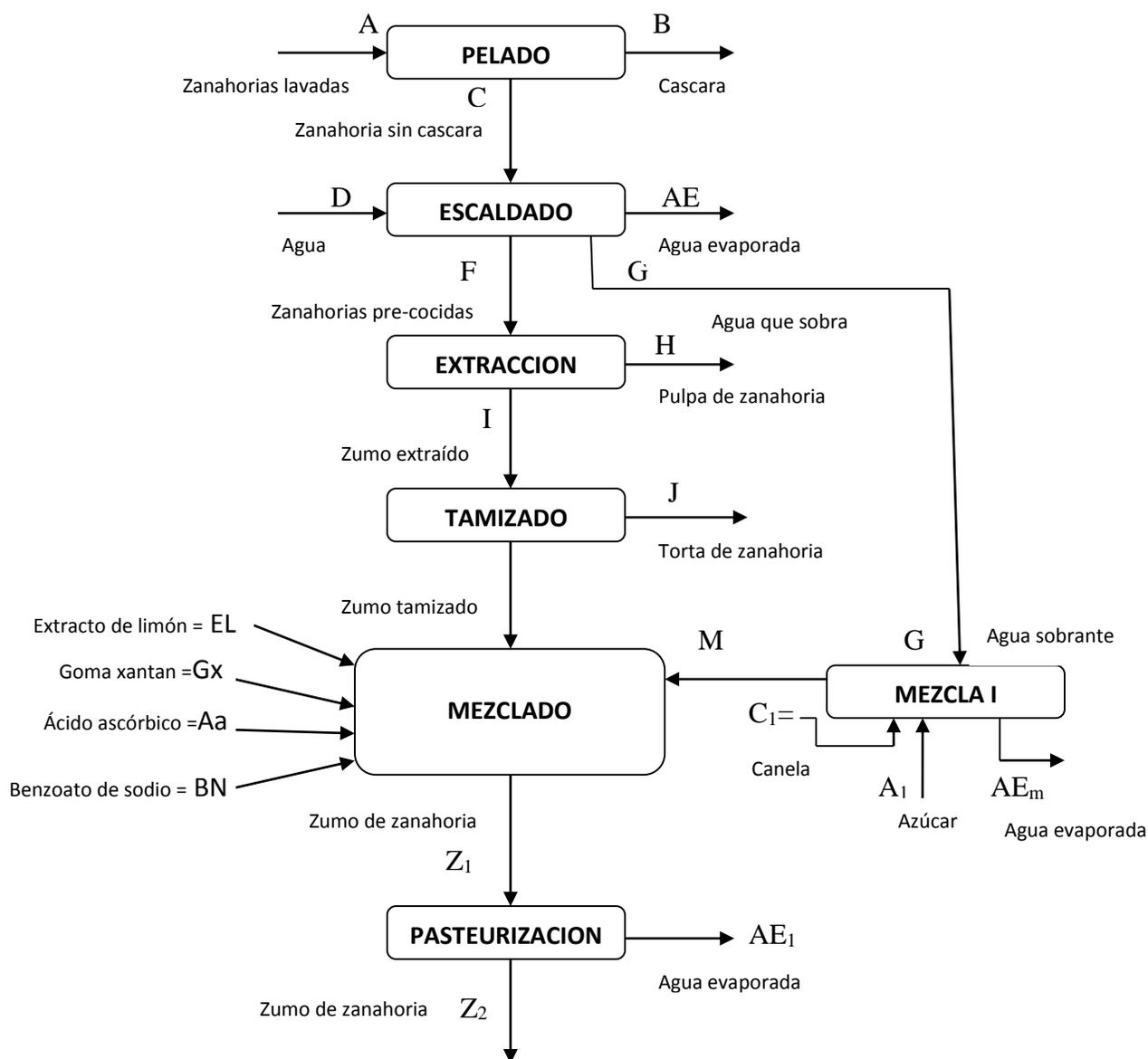
Como se puede observar en la tabla 4.20, el producto terminado zumo de zanahoria, muestra el análisis microbiológico donde se ha observado el desarrollo de Coliformes totales de  $1,5 \times 10^1 \text{ ufc} < 1 \times 10^3 \text{ ufc}$ , Coliformes fecales de  $3 \text{ ufc} < 10 \text{ ufc}$  y bacterias aerobias mesófilas  $8,2 \times 10^2 \text{ ufc} < 2 \times 10^3 \text{ ufc}$ , de acuerdo al rango límite permitido por el Mercosur.

## 4.9 BALANCE DE MATERIA

El balance de materia para la obtención de zumo de zanahoria, se realizó a escala de laboratorio en la figura 4.6 se observa el diagrama de bloques general del balance de materia de la obtención de zumo de zanahoria.

Figura 4.6

Diagrama de bloques del balance global



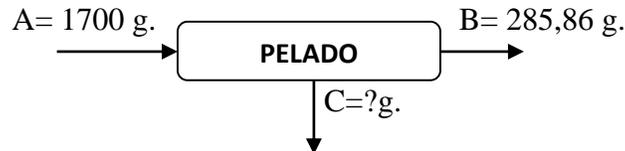
Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.1 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE PELADO

En la figura 4.7, se observa en la operación de pelado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.7

##### Balance de materia en la operación de pelado



Dónde:

A=Cantidad zanahorias lavadas (g)

B= Cantidad de cascara de zanahoria (g)

C= Cantidad zanahorias sin cascara (g)

\* Balance global de materia en la operación de pelado:

$$A = B + C \quad \text{Ecuación [4.3]}$$

Arreglando la ecuación [4.3]  $C = A - B$

Resolviendo:  $C = 1700 - 285,86$

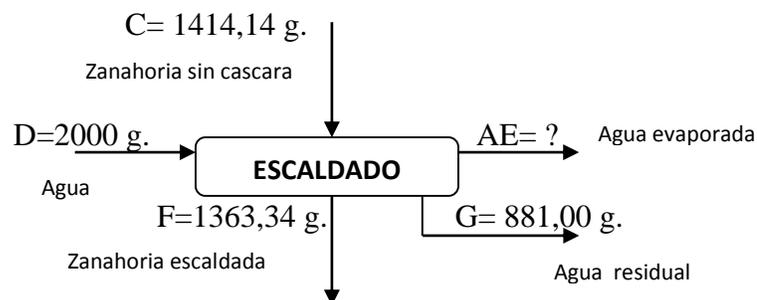
$$C = 1414,14 \text{ g.}$$

#### 4.9.2 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE ESCALDADO

En la figura 4.8, se observa en la operación de escaldado, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

Figura 4.8

##### Balance de materia en la operación de escaldado



Dónde:

C= Cantidad zanahorias sin cascara (g)

D= Cantidad de agua (g)

AE= Cantidad de agua evaporada (g)

F= Cantidad de zanahorias escaldada (g)

G= Cantidad de agua residual (g)

\* Balance global de materia en la operación de escaldado:

$$C + D = AE + F + G \quad \text{Ecuación [4.4]}$$

Arreglando la ecuación [4.4]  $AE = C + D - F - G$

Resolviendo:  $AE = 1414,14 + 2000 - 1363,34 - 1881$

$AE = 169,80 \text{ g.}$

\*Balance parcial de materia para el agua en la operación escaldado:

$$C \cdot X^{H_2O} + D \cdot X^{H_2O} = AE \cdot X^{H_2O} + F \cdot X^{H_2O} + G \cdot X^{H_2O} \quad \text{Ecuación [4.5]}$$

Arreglando la ecuación [4.5]  $1414,14 \cdot 0,903 + 1000 \cdot 1 = 169,80 \cdot 1 + 1363,34 \cdot X^{H_2O} + 881 \cdot 1$

Resolviendo:  $X^{H_2O} = 0,90$

Dónde:

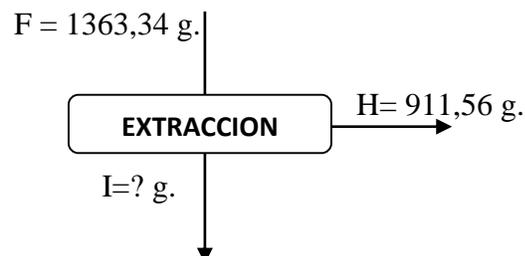
$X^{H_2O}$  = Cantidad de agua en las zanahorias escaldadas

### 4.9.3 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE EXTRACCIÓN

En la figura 4.9, se observa en la operación de extracción, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

Figura 4.9

Balance de materia en la operación de extracción



Donde:

F= Cantidad de zanahorias escaldada (g)

H= Cantidad de pulpa de zanahoria (g)

I= Cantidad de zumo extraído (g)

\* Balance global de materia en la operación de extracción:

$$F = H + I \quad \text{Ecuación [4.5]}$$

Arreglando la ecuación [4.5]  $I = F - H$

Resolviendo:  $I = 1363,34 - 911,56$

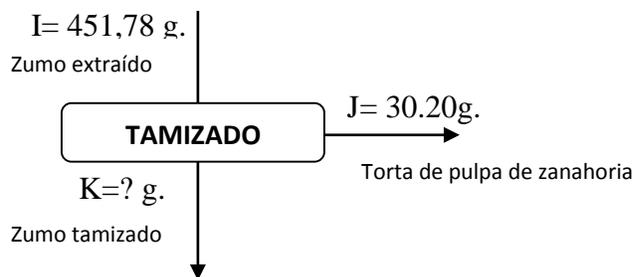
$$I = 451,78 \text{ g.}$$

#### 4.9.4 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE TAMIZADO

En la figura 4.10, se observa la operación de tamizado, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

**Figura 4.10**

#### **Balance de materia en la operación de tamizado**



Donde:

I= Cantidad de zumo extraído (g)

J= Cantidad torta de pulpa de zanahoria (g)

K= Cantidad de zumo tamizado (g)

\* Balance global de materia en la operación de tamizado:

$$I = J + K \quad \text{Ecuación [4.6]}$$

Arreglando la ecuación [4.6]  $K = I - J$

Resolviendo:  $I = 451,78 - 30,20$

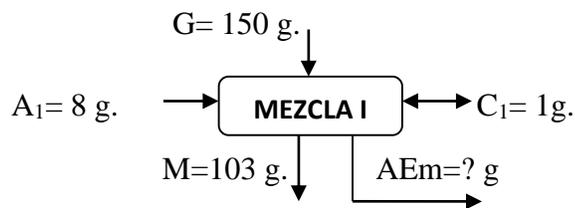
$$I = 421,58 \text{ g.}$$

#### 4.9.5 BALANCE DE MATERIA EN LA MEZCLA I DE INGREDIENTES

En la figura 4.11, se observa la operación de mezcla I de ingredientes, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

**Figura 4.11**

#### Balance de materia en la operación de mezcla I de ingredientes



Donde:

$A_1$ = Cantidad de azúcar (g)

$G$ = Cantidad de agua (g)

$C_1$ = Cantidad de canela (g)

$AEm$ = cantidad de agua evaporada (g)

$M$ = Cantidad de ingredientes I (g)

\* Balance global de materia en la operación de la mezcla I de ingredientes:

$$A_1 + G + C_1 = M + AEm + C_2 \quad \text{Ecuación [4.7]}$$

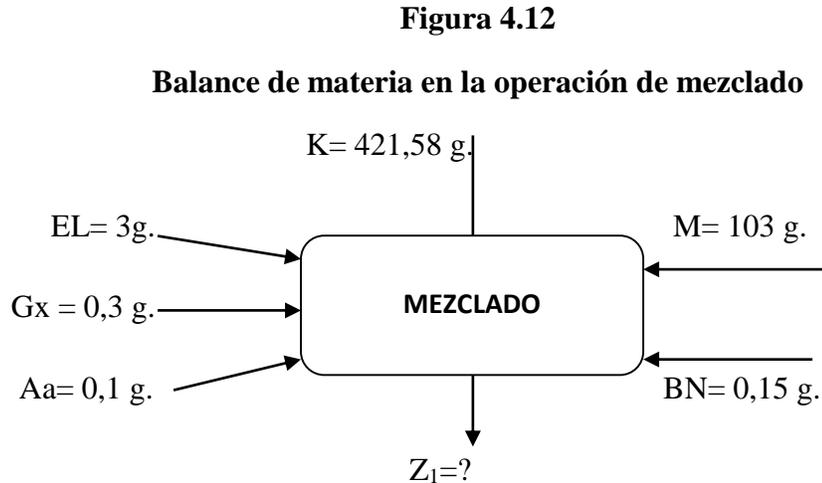
Arreglando la ecuación [4.7]  $AEm = A_1 + G - M$

Resolviendo:  $AEm = 150 + 8 - 102,40$

$$AEm = 55,60 \text{ g.}$$

#### 4.9.6 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE MEZCLADO

En la figura 4.12, se observa la operación de mezclado, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.



Donde:

K= Cantidad de zumo tamizado (g)

M= Cantidad de ingredientes I (g)

EL= Cantidad de extracto de limón (g)

Gx= Cantidad de goma xantan (g)

Aa= Cantidad de ácido ascórbico (g)

BN= Cantidad de benzoato de sodio (g)

Z<sub>1</sub>= Cantidad de zumo de zanahoria (g)

\* Balance global de materia en la operación de mezclado:

$$K + EL + Gx + Aa + BN + M = Z_1 \quad \text{Ecuación [4.8]}$$

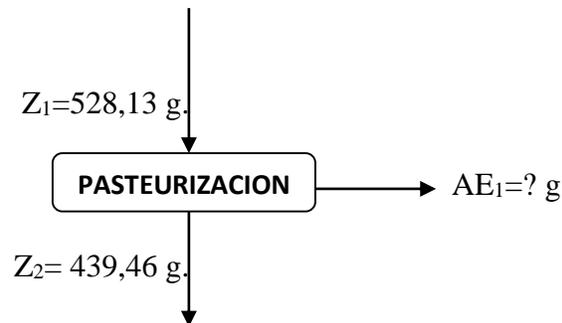
Arreglando la ecuación [4.8]  $Z_1 = 421,58 + 3 + 0,3 + 0,1 + 0,15 + 103$

Resolviendo:  $Z_1 = 528,13 \text{ g.}$

#### 4.9.7 BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.13, se observa la operación de pasteurización, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.

**Figura 4.13**  
**Balance de materia en la operación de pasteurización**



Donde:

$Z_1$  = Cantidad de zumo de zanahoria (g)

$AE_1$  = Cantidad de agua evaporada (g)

$Z_2$  = Cantidad de zumo de zanahoria pasteurizado (g)

\* Balance global de materia en la operación de pasteurización:

$$Z_1 = AE_1 + Z_2 \quad \text{Ecuación [4.8]}$$

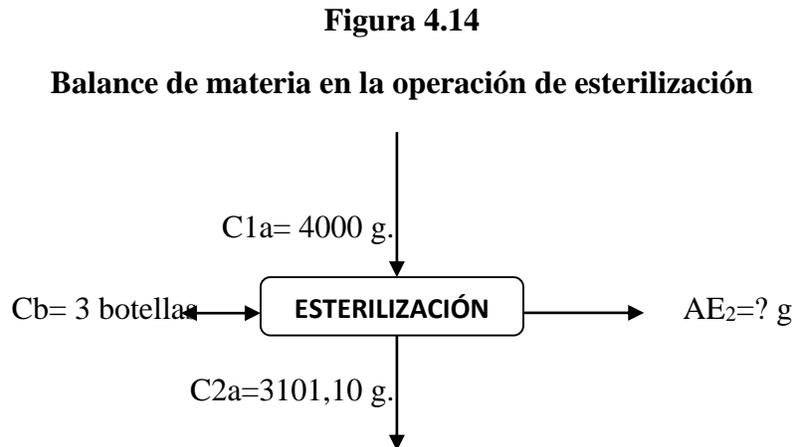
Arreglando la ecuación [4.9]  $AE_1 = Z_1 - Z_2$

Resolviendo:  $AE_1 = 528,13 - 439,46$

$$AE_1 = 88,67 \text{ g.}$$

#### 4.9.8 BALANCE DE MATERIA EN LA ESTERILIZACIÓN

En la figura 4.14, se observa la operación de esterilización, para realizar el balance de materia con los siguientes datos.



Donde:

C1a= Cantidad de agua (g)

C2a= Cantidad de agua residual (g)

Cb= Cantidad de botellas de vidrio

AE<sub>2</sub>=Cantidad de agua evaporada (g)

\* Balance global de materia en la operación de esterilización:

$$C1a + Cb = C2a + Cb + AE_2 \quad \text{Ecuación [4.10]}$$

Arreglando la ecuación [4.10]  $AE_2 = C1a - C2a$

Resolviendo:  $AE_2 = 4000 - 3101,10$

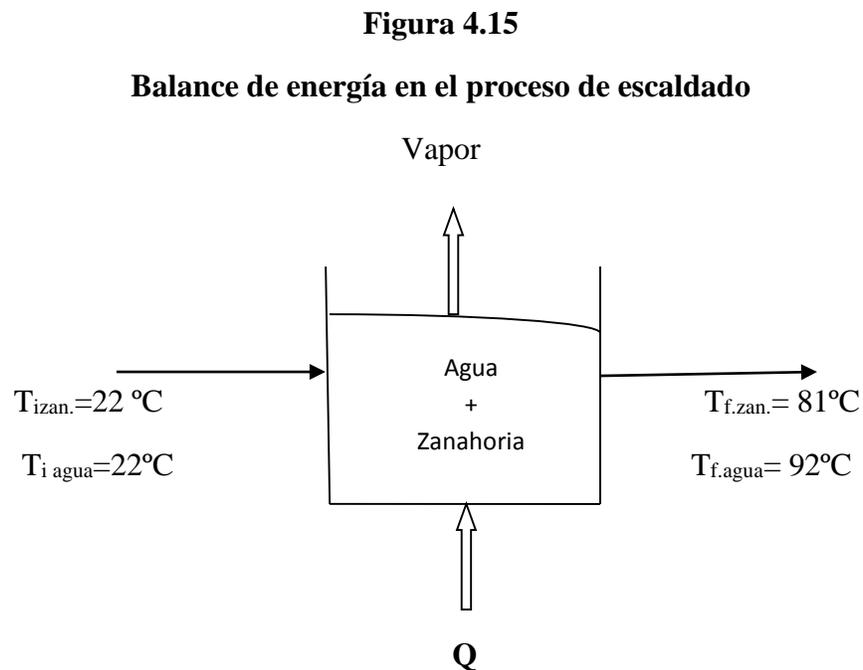
$$AE_2 = 898,90 \text{ g}$$

#### 4.10 BALANCE DE ENERGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZUMO DE ZANAHORIA

El balance energía para la obtención de zumo de zanahoria, se realizó en las siguientes etapas:

##### 4.10.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA OPERACIÓN DE ESCALDADO

En la figura 4.15, se observa el balance de energía en el proceso de escaldado para la obtención de zumo de zanahoria.



Según (Ramírez, 2005), para calcular el calor en el escaldado de la zanahoria, se debe utilizar la ecuación [4.11] y ecuación [4.12].

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Ganado}} + Q_{\text{Cedido}} \quad \text{Ecuación [4.11]}$$

Arreglando la ecuación [4.12]  $Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$

Combinando la ecuación [4.11] y [4.12] tenemos la ecuación [4.13] para determinar la cantidad de calor que se requiere en la operación de escaldado.

$$Q_A = m_{\text{zan}} \cdot C_{p.\text{zan.}} \cdot (T_{f.\text{zan.}} - T_{i.\text{zan.}}) + m_{\text{agua}} \cdot C_{p.\text{agua.}} \cdot (T_{f.\text{agua.}} - T_{i.\text{agua.}}) + \lambda \cdot V \quad \text{Ecuación [4.13]}$$

Donde:

$Q_A$  = Cantidad de calor total que se requiere en el escaldado

$m_{zan}$  = Cantidad de zanahorias = 1414,14 g.=1,41414 kg.

$Cp_{.zan}$  = Capacidad calorífica de la zanahoria= 0.471 Kcal/kg°C

$T_{f.zan}$  = Temperatura final de la zanahoria = 81°C

$T_{i zan}$  = Temperatura inicial de la zanahoria = 22 °C

$m_{agua}$  = Cantidad de masa del agua = 2000 g.= 2 kg.

$Cp_{. agua}$  = Capacidad calorífica del agua= 0,9993 Kcal/kg°C

$T_{f. agua}$  = Temperatura final del agua = 92 °C

$T_{i agua}$  = Temperatura inicial del agua = 22 °C

$\lambda$  = Calor latente del agua = 0.58 Kcal/kg. (Valiente, 1994)

$V$  = Agua evaporada en el escaldado = 169,80 g.=0,1698 kg.

#### \* Cálculo del Cp. de la zanahoria

Según (Torrejón, 2008), para calcular la capacidad calorífica de la zanahoria se debe utilizar la siguiente ecuación [4.14].

$$Cp_{. zan} = 0.5 * \frac{p}{100} + 0.2 * \frac{100-p}{100} \text{Ecuación [4.14]}$$

Donde:

P= Porcentaje de agua en la zanahoria (CEANID, 2015)

$$Cp_{. zan} = 0.5 * \frac{89.18}{100} + 0.2 * \frac{100-89.18}{100}$$

$$Cp_{. zan} = 0.471 \text{ Kcal/kg°C}$$

Reemplazando los datos en la ecuación [4.17], para obtener la cantidad de calor en el escaldado:

$$Q_A = 1,414 * 0,471 * (81.- 22) + 2 * 0,9993 * (92.- 22) + 0.58 * 0,1698$$

$$Q_A = 171,719 \text{ Kcal.}$$

### **\* Cálculo de la cantidad de calor requerido para el recipiente**

De acuerdo a la ecuación [4.15], se obtiene la cantidad de calor que se requiere para el recipiente:

$$Q_B = m_{\text{recip}} * C_{p,\text{recip}} * (T_{f,\text{recip}} - T_{i,\text{recip}}) \quad \text{Ecuación [4.15]}$$

Donde:

$Q_B$  = Cantidad de calor total que se requiere el recipiente

$m_{\text{recip}}$  = Cantidad de masa del recipiente = 593g.=0,593 kg.

$C_{p,\text{recip}}$  = Capacidad calorífica del recipiente = 0.12 Kcal/kg °C (Valiente, 1994)

$T_{f,\text{recip}}$  = Temperatura final del recipiente = 92 °C

$T_{i,\text{recip}}$  = Temperatura inicial del recipiente = 22 °C

Resolviendo la ecuación [4.19]

$$Q_B = 0,593 * 0,12 * (92 - 22)$$

$$Q_B = 4,98 \text{ Kcal}$$

### **\*Cálculo de la cantidad total del calor requerido en la operación de escaldado**

De acuerdo a la ecuación [4.16], calculamos el balance de energía para la operación de escaldado:

$$Q_{T \text{ escaldado}} = Q_A + Q_B \quad \text{Ecuación [4.16]}$$

$$Q_{T \text{ escaldado}} = 171,719 \text{ Kcal} + 4,98 \text{ Kcal}$$

$$Q_{T \text{ escaldado}} = 176,699 \text{ Kcal}$$

### **4.10.2 BALANCE DE ENERGÍA EN LA OPERACIÓN DE MEZCLA I**

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Ganado}} + Q_{\text{Cedido}} \quad \text{Ecuación [4.17]}$$

Arreglando la ecuación [4.18]  $Q = m * C_p * \Delta T$

Combinando la ecuación [4.17] y [4.18] tenemos la ecuación [4.19] para determinar la cantidad de calor que se requiere en la operación de mezcla I.

$$Q_A = m_{\text{agua}} * C_{p,\text{agua}} * (T_{f,\text{agua}} - T_{i,\text{agua}}) + m_{\text{az.}} * C_{p,\text{az.}} * (T_{f,\text{az.}} - T_{i,\text{az.}}) + \lambda * V \quad \text{Ecuación [4.19]}$$

Donde:

$Q_A$  = Cantidad de calor total que se requiere en la mezcla I

$m_{\text{agua}}$  = Cantidad de masa del agua = 150 g.= 0.150 kg.

$C_{p.\text{agua}}$  = Capacidad calorífica del agua= 0,9993 Kcal/kg°C (Valiente, 1994)

$T_{f.\text{agua}}$  = Temperatura final del agua = 92 °C

$T_{i.\text{agua}}$  = Temperatura inicial del agua = 22 °C

$M_{\text{az.}}$  = Cantidad de azúcar = 8 g.=0,008 kg.

$C_{p.\text{az.}}$  = Capacidad calorífica del azúcar = 0.2997 Kcal/kg°C

$T_{f.\text{az.}}$  = Temperatura final de la zanahoria = 92 °C

$T_{i.\text{az.}}$  = Temperatura inicial de la zanahoria = 22 °C

$\lambda$  = Calor latente del agua = 0.58 Kcal/kg. (Valiente, 1994)

$V$  = Agua evaporada en la mezcla I = 55,60 g.=0,0556 kg.

Reemplazando los datos en la ecuación [4.19], para obtener la cantidad de calor en el escaldado:

$$Q_A = 0,150*0,9993*(92.- 22) +0,0008*0,2997*(92.- 22) +0.58*0,0556$$

$$Q_A = 10,542 \text{ Kcal.}$$

#### **\* Calculo de la cantidad de calor requerido para el recipiente**

De acuerdo a la ecuación [4.20], se obtiene la cantidad de calor que se requiere para el recipiente:

$$Q_B = m_{\text{recip}}*C_{p.\text{recip}}*(T_{f.\text{recip.}}- T_{i.\text{recip}}) \quad \text{Ecuación [4.20]}$$

Dónde:

$Q_B$  = Cantidad de calor total que se requiere el recipiente

$m_{\text{recip.}}$  = Cantidad de masa del recipiente = 593g.=0,593 kg.

$C_{p.\text{recip.}}$  = Capacidad calorífica del recipiente = 0.12 Kcal/kg °C (Valiente, 1994)

$T_{f.\text{recip.}}$  = Temperatura final del recipiente = 92 °C

$T_{i.\text{recip.}}$  = Temperatura inicial del recipiente = 22 °C

Resolviendo la ecuación [4.19]

$$Q_B = 0,593 * 0,12 * (92 - 22)$$

$$Q_B = 4,98 \text{ Kcal}$$

### **Cálculo de la cantidad total del calor requerido en la operación de mezcla I**

De acuerdo a la ecuación [4.21], calculamos el balance de energía para la operación de mezcla I:

$$Q_{T \text{ mezcla I}} = Q_A + Q_B \quad \text{Ecuación [4.21]}$$

$$Q_{T \text{ mezcla I}} = 10,542 \text{ Kcal} + 4,98 \text{ Kcal}$$

$$Q_{T \text{ mezcla I}} = 15,522 \text{ Kcal}$$

### **4.10.3 BALANCE DE ENERGÍA EN LA OPERACIÓN DE PASTEURIZACIÓN**

De acuerdo a la ecuación [4.22], calculamos la cantidad total del calor requerido para operación de pasteurización (Ramírez, 2005).

$$Q_A = m_{\text{zumo}} * C_{p \cdot \text{zumo}} * (T_{f \cdot \text{zumo}} - T_{i \cdot \text{zumo}}) + \lambda * V \quad \text{Ecuación [4.22]}$$

Donde:

$Q_A$  = Cantidad de calor total que se requiere en la pasteurización

$m_{\text{zumo}}$  = Cantidad de zumo de zanahoria = 528,13 g. = 0,52813 kg

$C_{p \cdot \text{zumo}}$  = Capacidad calorífica del zumo de zanahoria = ?

$T_{f \cdot \text{zumo}}$  = Temperatura final del zumo de zanahoria = 70 °C

$T_{i \cdot \text{zumo}}$  = Temperatura inicial del zumo de zanahoria = 22 °C

$\lambda$  = Calor latente del agua = 0.58 Kcal/kg. (Valiente, 1994)

$V$  = Agua evaporada en la pasteurización = 88.67 g. = 0,0887 kg

**\* Cálculo del Cp. de del zumo de zanahoria**

Según (Ficha Técnica Ecológica, Murcia-España el zumo de zanahoria tiene 8-10% sólidos totales), para calcular la capacidad calorífica del zumo zanahoria se tomó como parámetros al jugo de manzana y jugo de naranja de acuerdo al porcentaje de agua y capacidad calorífica en kj/kg°C, el que se utilizara el método de interpolación para encontrar la capacidad calorífica del zumo de zanahoria.

**Tabla 4.21**  
**Capacidad calorífica de jugos**

Alimento	(% )Agua	Capacidad calorífica (kj/kg°C)
Jugo de manzana	87,2	3,850
Jugo de naranja	89	3,890
Zumo de zanahoria	91,77	

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$Cp. \text{ zumo de zanahoria} = 3,912 \text{ kj/kg}^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ cal} = 4,187 \text{ j}$$

$$Cp. \text{ zumo} = 0,951 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Reemplazando los datos en la ecuación [4.23], para obtener la cantidad de calor en la pasteurización:

$$Q_A = 0,52813 * 0,934 * (70 - 22) + 0,58 * 0,0887 \quad \text{Ecuación [4.23]}$$

$$Q_A = 23,729 \text{ Kcal}$$

**\* Calculo de la cantidad de calor requerido para el recipiente**

De acuerdo a la ecuación [4.24], se obtiene la cantidad de calor que se requiere para el recipiente:

$$Q_B = m_{\text{recip}} * Cp. \text{ recip.} * (T_{f. \text{ recip.}} - T_{i. \text{ recip.}}) \quad \text{Ecuación [4.24]}$$

Donde:

$Q_B$  = Cantidad de calor total que se requiere el recipiente

$m_{\text{recip.}}$  = Cantidad de masa del recipiente = 0,593 kg

$C_{p.zan}$  = Capacidad calorífica del recipiente = 0.12 Kcal/kg °C

$T_{f. recip.}$  = Temperatura final del recipiente = 70 °C

$T_{i recip.}$  = Temperatura inicial del recipiente = 22 °C

Resolviendo la ecuación [4.24]

$$Q_B = 0,593 * 0,12 * (70 - 22)$$

$$Q_B = 3,416 \text{ Kcal}$$

### **Cálculo de la cantidad total del calor requerido en la operación de pasteurización**

De acuerdo a la ecuación [4.25], calculamos el balance de energía para la operación de pasteurización:

$$Q_{T \text{ pasteurización}} = Q_A + Q_B \quad \text{Ecuación [4.25]}$$

$$Q_{T \text{ pasteurización}} = 23,729 \text{ Kcal} + 3,416 \text{ Kcal}$$

$$Q_{T \text{ pasteurización}} = 27,145 \text{ Kcal}$$

### **4.10.4 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ESTERILIZACIÓN**

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Ganado}} + Q_{\text{Cedido}} \quad \text{Ecuación [4.26]}$$

Arreglando la ecuación [4.27]  $Q = m * C_p * \Delta T$

Combinando la ecuación [4.26] y [4.27] tenemos la ecuación [4.28] para determinar la cantidad de calor que se requiere en la esterilización.

$$Q_A = m_{\text{agua}} * C_{p. \text{ agua}} * (T_{f. \text{ agua}} - T_{i. \text{ agua}}) + m_{\text{bot.}} * C_{p. \text{ bot.}} * (T_{f. \text{ bot.}} - T_{i. \text{ bot.}}) + \lambda * V \quad \text{Ecuación [4.28]}$$

Donde:

$Q_A$  = Cantidad de calor total que se requiere en la esterilización

$m_{\text{agua}}$  = Cantidad de masa del agua = 4000 g = 4 kg.

$C_{p. \text{ agua}}$  = Capacidad calorífica del agua = 0,9993 Kcal/kg°C (Valiente, 1994)

$T_{f. \text{ agua}}$  = Temperatura final del agua = 92 °C

$T_{i \text{ agua}} =$  Temperatura inicial del agua = 22 °C

$M_{\text{bot.}} =$  Cantidad de masa de las botellas de vidrio = 976 g.= 0,976 kg.

$C_{p.\text{bot.}} =$  Capacidad calorífica del vidrio = 0.1999 Kcal/kg°C

$T_{f.\text{bot.}} =$  Temperatura final de las botellas de vidrio = 92 °C

$T_{i \text{ bot.}} =$  Temperatura inicial de las botellas de vidrio = 22 °C

$\lambda =$  Calor latente del agua = 0.58 Kcal/kg. (Valiente, 1994)

$V =$  Agua evaporada en la mezcla I = 898,90 g.=0,8989 kg.

Reemplazando los datos en la ecuación [4.17], para obtener la cantidad de calor en la esterilización:

$$Q_A = 4 * 0,9993 * (92.- 22) + 0,976 * 0,1999 * (92.- 22) + 0.58 * 0,8989$$

$$Q_A = 293,983 \text{Kcal.}$$

#### **\* Calculo de la cantidad de calor requerido para el recipiente**

De acuerdo a la ecuación [4.29], se obtiene la cantidad de calor que se requiere para el recipiente:

$$Q_B = m_{\text{recip}} * C_{p.\text{recip}} * (T_{f.\text{recip.}} - T_{i.\text{recip}}) \quad \text{Ecuación [4.29]}$$

Donde:

$Q_B =$  Cantidad de calor total que se requiere el recipiente

$m_{\text{recip.}} =$  Cantidad de masa del recipiente = 1230 g.=1,320 kg.

$C_{p.\text{recip.}} =$  Capacidad calorífica del recipiente = 0.12 Kcal/kg °C (Valiente, 1994)

$T_{f.\text{recip.}} =$  Temperatura final del recipiente = 92 °C

$T_{i \text{ recip.}} =$  Temperatura inicial del recipiente = 22 °C

Resolviendo la ecuación [4.29]

$$Q_B = 1,230 * 0,12 * (92 - 22)$$

$$Q_B = 10,332 \text{ Kcal}$$

**\*Cálculo de la cantidad total del calor requerido en la esterilización.**

De acuerdo a la ecuación [4.30], calculamos el balance de energía para la esterilización:

$$Q_{T \text{ esterilización}} = Q_A + Q_B \quad \text{Ecuación [4.30]}$$

$$Q_{T \text{ esterilización}} = 293,983 \text{ Kcal} + 10,332 \text{ Kcal}$$

$$Q_{T \text{ esterilización}} = 304,315 \text{ Kcal}$$

#### **4.11 CÁLCULO DE CALOR FINAL EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ZUMO DE ZANAHORIA**

De acuerdo a la ecuación [4.31], se determinó la cantidad de calor final requerido para la obtención de zumo de zanahoria, con los resultados anteriores de las operaciones de escaldado, mezcla I, pasteurización y esterilización

$$Q_F = Q_{T \text{ escaldado}} + Q_{T \text{ mezcla I}} + Q_{T \text{ pasteurización}} + Q_{T \text{ esterilización}} \quad \text{Ecuación [4.31]}$$

$$Q_F = 176,699 \text{ Kcal} + 15,522 \text{ Kcal} + 27,145 \text{ Kcal} + 304,315 \text{ Kcal}$$

$$Q_F = 523,681 \text{ Kcal}$$

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos del trabajo de investigación se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a las características físicas de la zanahoria, se determinó la porción comestible promedio de 81,42 % y la porción no comestible promedio de 15,80 %.
- En cuanto a las propiedades fisicoquímicas de la zanahoria criolla, presentó un contenido de humedad del 89,18%, proteína total del 0,29%, fibra con un 1,53%, hierro 2,93 mg/100Kg, acidez 0,06 %, valor energético 34,95 Kcal/100g y sólidos solubles de 7,6 °Brix.
- En base al análisis sensorial realizado para establecer el mezclado del zumo, de ocho muestras analizadas, se obtuvo la muestra M7 con un puntaje promedio de olor y sabor de 7.2 y 7.8 en escala hedónica.
- En cuanto a la evaluación sensorial realizada en la pasteurización del zumo de zanahoria de las cuatro muestras analizadas, se consideró la muestra M3, siendo el tiempo de 10 minutos a 70 °C, con un puntaje promedio de color y textura 7.7 y 7.6 en escala hedónica.
- De acuerdo al análisis estadístico del diseño factorial  $2^3$  de las variables del proceso de mezclado, goma xantán, extracto de limón y tiempo de sedimentación, se puede observar que existe significancia entre factores y las interacciones de las variables.
- Los resultados del balance de materia se determinó que para obtener 439,46 g. de zumo de zanahoria, se necesitan 1700,0 gr de materia prima.
- El producto zumo de zanahoria fue evaluado sensorialmente por jueces no entrenados que calificaron los atributos color 7.7, olor 6.8, sabor 8.0 y textura 7.6 en escala hedónica.

- En base a los análisis fisicoquímicos realizados al producto terminado se determinó que presenta un contenido de acidez de 0,21%, azúcares totales 3,73%, azúcares reductores 0,43%, hidratos de carbono 6,88%, el contenido de cenizas es de 0,45%, fibra 0,17%, materia grasa 0,04 %, hierro 2,66%, humedad 91,77%, proteína total 0,69%, sólidos solubles 7,8 °Brix, sólidos solubles 8,23% y valor energético de 30,64%.
- En base al análisis microbiológico de zumo de zanahoria, se determinó un contenido de Coliformes totales de  $1,5 \times 10^1$  ufc, Coliformes fecales de 3 ufc y bacterias aerobias mesófilas  $8,2 \times 10^2$  ufc.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda incorporar otros jugos de frutas u hortalizas, en el proceso de obtención de zumo de zanahoria, con el propósito de enriquecer aún más su composición nutricional.
- Se recomienda que la pulpa de zanahoria sea utilizada como materia prima para otros productos derivados o suplementos alimenticios para animales.
- Se recomienda la implementación del zumo de zanahoria en las dietas alimentarias para mujeres en etapa de lactancia, niños, adolescentes, etc. Con la finalidad de coadyuvar en la deficiencia nutricional de estas personas en la ciudad de Tarija.
- Se debe continuar con el estudio de alimentos como el zumo de zanahoria y de otras hortalizas o verduras profundizarlo aún más, ya que son alimentos muy nutritivos y beneficiosos para el organismo.
- Se recomienda la implementación de una fábrica de obtención de zumo de zanahoria; ya que aportaría al desarrollo agroindustrial de la provincia Cercado y de esta manera coadyuvar a generar un valor agregado para el sector productor de la zona del Río San Juan del Oro.