

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN.**

El limón es originario del sur este asiático, aunque actualmente se producen en todas las áreas tropicales y templadas del mundo. Son las frutas más populares para obtener bebidas naturales el sabor de los mismos se encuentra entre los más apetecidos a nivel mundial.

La fruta cítrica (limón) es una unidad bastante compleja. Está compuesta por una cáscara gruesa que le proporciona protección contra los daños; la superficie exterior se conoce como el pericarpio o flavedo, esta contiene el aceite y los pigmentos de la cáscara; seguidamente está la capa blanca esponjosa llamada mesocarpio, que es rica en pectina. El jugo interior que contiene el endocarpio está dividido en varios segmentos donde se encuentran los sacos (vesículas) de jugo individuales, con las vacuolas y las semillas, si las hay según la variedad; por último hay un centro esponjoso o placenta. Cada una de estas partes presenta problemas especiales y oportunidades en el procesamiento.

Las principales reacciones de deterioro que sufren los jugos son originadas por los microorganismos. En menor proporción y más lentamente están las reacciones de origen bioquímico, que tienen lugar por la reacción de ciertos compuestos con el oxígeno del aire y otros compuestos en donde participan activamente las enzimas. Las reacciones microbiológicas producen rápidas reacciones de degradación como la fermentación y con estos, cambios sensoriales importantes. Las reacciones de origen bioquímico causan cambios lentos de apariencia, color, aroma, sabor, viscosidad y valor nutricional.

Las diferentes técnicas de conservación buscan detener o retardar estos tipos de deterioro, sobre todo el provocado por los microorganismos, que fácilmente invaden a los jugos, las técnicas más comunes de conservación emplean calor, frío, aditivos y reductores de la actividad del agua. Entre las técnicas que emplean calor se hallan el escaldado, la pasteurización y la esterilización. Estas son crecientes en cuanto a intensidad de calor, es decir; la esterilización emplea mayores temperaturas que la pasteurización y está más que el escaldado.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El consumo de limón es imprescindible, ya que es utilizado para distintos fines como son refrescos, infusiones y repostería; pero su principal uso es para sazonar una infinidad de carnes como ser: pollo, pescado, cerdo y bovino.

Este producto en fresco tiene un precio accesible de acuerdo a la temporada, por lo general es masiva en épocas de otoño e invierno; el cual fuera de temporada (primavera - verano) sufre un incremento de más del 100%, puesto que son importados del interior del país como ser: Cochabamba y Santa Cruz, y en algunas ocasiones de países como Perú y Argentina. Esto genera que los consumidores adopten productos procesados similares a un menor costo que contienen diferentes conservantes, colorantes y aditivos químicos, los mismos también son procedentes de otras regiones del país y del mundo.

Nuestro departamento actualmente vive una preocupación por parte del sector de productores de cítricos, debido a que todavía (hasta la redacción de este documento) no entra en funcionamiento la planta procesadora de cítricos localizada en el municipio Bermejo.

Además también los productores citrícolas de la región, manifiestan que existe un excedente de materia prima (limón) que se pierde, esta se cae botada en el suelo, y afirman que esa fábrica, ya debería estar en funcionamiento en la gestión 2015. Por otra parte según los citricultores de la región, la procesadora de cítricos tendría una capacidad para procesar 12 toneladas por hora por lo que requeriría la producción de Bermejo, Padcaya, Entre Ríos, y el Gran Chaco para abastecerse de materia prima. Una más de las razones por que impediría el funcionamiento de esa factoría.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN.**

Este trabajo de investigación consideramos realizar un aporte técnico sobre el procesamiento artesanal del jugo de limón, donde los resultados llegaran a beneficiar a distintos sectores dedicados a la producción de cítricos en el departamento; así también para futuras investigaciones ya que serviría de instrumento de consulta para instituciones, profesionales estudiantes universitarios y demás personas que requieran la información.

### **1.3 OBJETIVOS:**

#### **1.3.1 Objetivo General.-**

- Evaluar 3 diferentes temperaturas y tiempos de pasteurización empleados en la conservación del jugo de limón (*Citrus limón*) puro.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.-**

- Determinar la temperatura ideal que permita conservar el jugo de limón puro, entre las variables de 80°C, 85°C, 90°C; a través del análisis sensorial.
- Definir el tiempo adecuado en la pasteurización del jugo de limón puro, entre las variables de 10; 15; 20 minutos a través del análisis sensorial.
- Establecer la relación beneficio-costos en la conservación de jugo de limón puro.

### **1.4. HIPÓTESIS.**

#### **1.4.1. Hipótesis Alternativa:**

- $H_{a1}$  = el tratamiento del jugo de limón con temperatura de 80°C por un tiempo de 15 minutos de pasteurización, será la indicada para la conservación.

#### **1.4.2. Hipótesis Nula:**

- $H_{01}$  = el tratamiento del jugo de limón con temperatura de 80°C por un tiempo de 15 minutos de pasteurización, no será la indicada para la conservación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### **2.1 ORIGEN DEL LIMÓN.**

El limonero, originario de China o India, se cultiva en Asia desde hace más de 2.500 años. A partir del siglo X los árabes lo difundieron por la cuenca mediterránea. Fue prácticamente desconocido para griegos y romanos y hasta la Edad Media no comenzó a ser consumido habitualmente. En el siglo XVI fue introducido en el continente americano por los exploradores españoles (Agustí, M. 2000).

Otras referencias sobre introducción de cítricos en Sud América indican que en el Perú, de acuerdo con los escritos del historiador, Garcilazo de la Vega, se cultivan naranjos dulces amargas y cidras, llevadas desde España en los primeros años del siglo XVII (Morín, 1985).

Según Webber (1946) indica que, de acuerdo con la información anterior y de otras referencias similares, los naranjos, limoneros, limeros y citrones se encontraban ampliamente difundidos en las Américas a mediados del siglo XVI, resultando muy abundantes y hasta feraces en algunos lugares.

#### **2.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.**

- **Reino:** Vegetal.
- **Phylum:** Telemophytae.
- **División:** Tracheophytae.
- **Sub División:** Anthophyta.
- **Clase:** Angiospermae.
- **Subclase:** Dicotyledoneae.
- **Grado Evolutivo:** Archichlamydeae.
- **Grupo de Ordenes:** Corolinos.
- **Orden:** Geraniales.
- **Flia:** Rutaceae.
- **Nombre Científico:** *Citrus limón* (L) Burm.
- **Nombre Común:** limón.

(Acosta, 2018)  
HERBARIO - U.A.J.M.S.

## **2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

### **2.3.1 Sistema radicular.**

Los cítricos poseen solo dos o tres raíces en profundidad que puede llegar a dos o más metros cuya función es solamente de anclaje, no exploratoria. El resto del sistema radicular se dispone hacia la periferia de la planta y está constituido por raíces gruesas bien distribuidas, de las cuales se desprenden, en forma de red, manojos de raicillas exploratorias capaces de absorber del suelo el agua y las sales disueltas (anónimo s/a).

### **2.3.2 Tallo.**

Según Amórtegui, *et al*, (2001) en el tallo se producen dos tipos de crecimientos: longitudinal debido a la formación de yemas en las ramas y de los meristemos apicales; en grosor, originado por la actividad del cambium, la cual se produce por la estimulación de la auxina que se produce en los brotes.

### **2.3.3 Hojas.**

Las hojas de los cítricos son persistentes y lanceoladas ligeramente dentados son venas protuberantes en las dos caras del limbo, un hoja por nudo una espina en la axila de la hoja (INTA, 1996).

### **2.3.4 Flores.**

La flor de los cítricos es completa. Está formada por el pedúnculo, el cáliz, la corola, los estambres el disco floral y el pistilo (estigma, estilo, ovario). En la diferenciación del ápice vegetativo se transforma yema floral que da origen al receptáculo y los apéndices florales (Abbot, 1935).

### **2.3.5 Fruto.**

El fruto de los cítricos pertenece a un grupo especial llamado hesperidio. Consiste en aproximadamente 10 carpelos unidos alrededor del eje central, esta conformación origina lóculos donde se desarrollan las semillas y las vesículas de jugo. El pericarpio es la parte de los frutos exteriores a los lóculos y se dividen en tres regiones: exocarpo o epicarpo, mesocarpo, endocarpo (Morín, 1985).

### **2.3.6 Semilla.**

Las semillas surgen de rudimentos seminales anátropos, tienen un tegmen delgado, seco y pardo una testa fuerte leñosa de color amarillento, una característica fundamental de la semilla de muchas especies de cítricos es su poliembrionía. La forma más generalizada se caracteriza por los embriones adventicios que surgen de la nucela (Borroto, 1996).

## **2.4 VARIEDADES DE LIMONES.**

García L. (2003), indica que el número de variedades de limonero cultivadas en el mundo es bastante reducido en comparación con naranjos o mandarinos; además muchas variedades locales de distintos países son muy parecidas. Los principales cultivares de limonero a nivel mundial son: “Eureka”, “Lisbon”, “Femminello”, “Verna”, “Fino” y “Génova”. Mientras que Torrico A. (2017), menciona que los criterios de selección de la variedades se basan en el contenido de zumo, su calidad y presencia de semillas. Entre las variedades destacan: “Eureka” “Limón Criollo o Mejicano”, “Limón Tahití Persa”, “Verna” y “Lisbon”.

### **2.4.1 Eureka.**

El fruto es de tamaño mediano, de forma elíptica u oblonga, a veces ovoide, ordinariamente con cuello pequeño en la base, mamelón apical delgado y de longitud variable, frecuentemente circundado por surco areolar. El número de semillas es variable con los clones y condiciones de cultivo y ambientales (García, et al 2003).

El color del fruto es amarillo en la madurez. Corteza adherente de espesor medio y de superficie finamente punteada, ligeramente rugosa, con glándulas esenciales hundidas. Gajos alrededor de 10, eje central pequeño y normalmente sólido, pulpa de color verde amarillento, tierna y jugosa sabor muy ácido. Producción distribuida a lo largo de todo el año, pero principalmente al final de invierno (70 %), primavera y principios de verano (30 %). Árbol de vigor y tamaño medio porte extendido y abierto, poco espinoso, de vegetación más pobre que el “Lisbon”. Muy productivo y con tendencia a fructificar al final de largas ramas, muy precoz.

#### **2.4.2 Lisbón.**

El fruto es de tamaño medio, elíptico u oblongo, base con un ligero cuello, ápice más apuntado que en el “Eureka” y de una forma más gradual, más liso y menos acostillado que “Eureka”, el mamelón y el surco areolar más prominente y de forma irregular, normalmente asurcado en uno de los lados. El número de semillas es variable, pero normalmente más que el “Eureka”.

Fruto de color amarillo en la madurez. Corteza de espesor medio superficie finamente punteada, poco rugosa y muy adherente. Número de gajos 10, eje central pequeño y sólido. Pulpa color (pálido-verdoso-amarillento) de fina granulometría, tierna y jugosa, sabor muy ácido. Recolecciones principalmente en invierno y comienzo de primavera.

Árbol vigoroso, con marcada tendencia a la verticalidad, espinoso, densamente foliado y productivo. Es una de las variedades más vigorosas y más resistentes a las condiciones climáticas adversas, frío, calor, vientos fuertes, etc.; (Rio, et al 2003).

#### **2.4.3 Verna.**

Los frutos son de forma oval, alargados, con cuello en la base, mamelón apical grande, alargado y puntiagudo, con o sin cerco areolar. El tamaño de los frutos es variable dependiendo de la zona, climatología y cultivo.

El número medio de gajos es de 8 a 9. El color de los frutos es amarillo intenso en la madurez. La finura de la piel depende de los factores ambientales y de la cantidad de cosecha. La corteza es muy adherente, el eje central mediano y sólido, la pulpa es jugosa y la acidez poco elevada. El número de semillas es escaso. El fruto tiene gran resistencia al transporte y posibilidad de conservación en el árbol durante mucho tiempo.

El árbol es vigoroso, grande y productivo, con pocas espinas y de menor tamaño que en la variedad “Fino”. Su reflorescencia natural posibilita la obtención de cosechas en verano cuando la oferta de limones es muy limitada (García, et al 2003).

## 2.5 APOORTE NUTRITIVO DEL LIMÓN.

Según I. Porras, et al (2003), la dieta es la fuente de todos los nutrientes para los seres humanos. Estos se dividen clásicamente en componentes de la dieta que proporcionan energía (carbohidratos, grasas y proteínas), fuentes de aminoácidos esenciales y no esenciales (proteínas), ácidos grasos insaturados (grasas), minerales (oligominerales), y vitaminas (compuestos orgánicos hidrosolubles y liposolubles).

**Cuadro N° 1:** Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón.

SUSTANCIAS	CONTENIDO
<b>Proteínas</b>	0.9 gramos
<b>Hidratos de carbono</b>	8.7 gramos
<b>Calorías</b>	44 gramos
<b>Ácido cítrico</b>	<b>7.50 gramos</b>
<b>Ácido málico</b>	0.60 gramos
<b>Sacarosa</b>	0.50 gramos
<b>Azúcar invertida</b>	0.80 gramos
<b>Citrato cálcico</b>	1.00 gramos
<b>Hierro</b>	Vestigios
<b>Vitamina A</b>	0 U.I.
<b>Vitamina B1</b>	0.4 mg.
<b>Vitamina B2</b>	Trazas
<b>Vitamina B6</b>	0.1 mg.
<b>Vitamina C</b>	<b>45.0 mg</b>

Fuente: González (1960) el cultivo de los agrios. Madrid.

El escorbuto, la enfermedad por déficit de vitamina C, se ha conocido desde la época de las Cruzadas, especialmente entre las poblaciones del norte de Europa que subsistían a base de dietas que carecían de frutas y verdura fresca durante gran parte del año. Durante mucho tiempo se había sospechado que el escorbuto dependía de una causa relacionada con la dieta. En 1535 Cartier aprendió de los indígenas de Canadá como curar el escorbuto en su tripulación, al hacer un extracto de hojas de abeto; posteriormente, varios capitanes de barco evitaron el escorbuto o lo curaron mediante la administración de jugo de limón. La vitamina C (ácido ascórbico) es la vitamina más abundante en los frutos cítricos, por lo que éstos constituyen la principal fuente natural para su obtención (García, et al 2003).



## **2.6 PROPIEDADES Y BENEFICIOS DEL LIMÓN.**

El limón aporta una gran cantidad de vitamina C, potasio y cantidades menores de otras vitaminas y minerales. La vitamina C está implicada en la producción del colágeno. Además, tiene la propiedad de mejorar la cicatrización y la función del sistema inmunitario. Su capacidad antioxidante ayuda a neutralizar sustancias cancerígenas como las nitrosaminas.

Por otro lado, diversos estudios han mostrado que las personas con altas ingestas de vitamina C tienen un menor riesgo de desarrollar otras enfermedades crónicas como enfermedad cardiovascular, cataratas o enfermedades neurodegenerativas (Moreiras & Col., 2013).

La pulpa, también contiene ácidos orgánicos, fundamentalmente ácido cítrico y en menor cantidad málico (que se consideran responsables del sabor ácido de este alimento), acético y fórmico. Algunos estudios han indicado que estos ácidos potencian la acción de la vitamina C y poseen un notable efecto antiséptico. Existen también compuestos fenólicos como los ácidos cafeico y ferúlico, que son potentes antioxidantes e inhiben la actividad carcinogénica.

También es buena fuente de fibra soluble como la pectina (que se encuentra principalmente en la capa blanca que hay debajo de la corteza), cuyas principales propiedades son la disminución del colesterol y la glucosa en sangre, y el desarrollo de la flora intestinal. Sin embargo, los componentes más interesantes del limón son los fito-nutrientes.

En concreto, los limonoides, compuestos que se encuentran localizados en la corteza, y que parecen contribuir a la prevención frente a algunos tipos de cáncer.

Además, tanto la capa blanca que se encuentra debajo de la corteza como la pulpa, presentan flavonoides (citroflavonoides), a los que se han atribuido propiedades antiinflamatorias. En relación con estos compuestos, algunos autores han señalado que la hesperidina (el más abundante) y otros flavonoides (diosmina, naringenina, eriocitrina, etc) son venotónicos y vasoprotectores. (EFSA, 2010).

## 2.7 PRINCIPALES USOS.

El consumo inmediato de jugo de limón es un antídoto efectivo para la dolorosa irritación oral e inflamación que resulta de aroides como *Dieffenbachia* spp, *Xanthosoma* spp. *Philodendron* spp y sus similares. La industria confitera emplea en gran escala las cortezas que son sometidas a tratamientos y conservación con salmuera para luego enconfitarlas.

De las semillas y la pulpa se pueden extraer aceites para perfumería (5.4 kg de esencia por tonelada de pulpa) y el sobrante se utiliza en la fabricación de pectina para alimentación del ganado; o también, de esta pectina, sometida a un tratamiento de fermentación se obtiene una levadura rica en vitamina B1 para alimentación de aves (Puente H, 2006).

Según Coelho (1993) los productos elaborados de limón cumplen con varios pasos comunes sin importar el producto final que se busca obtener. Dependiendo con el subproducto que se desea, se añadirán etapas al proceso básico.

- **Aceite esencial de limón.-** Producto que se puede obtener de la cutícula de la cáscara del limón o de destilar el limón completo, siendo el proveniente de éste último el de mayor calidad.
- **Aceite destilado.-** Se usa para la elaboración de jarabe que sirve de base para la elaboración de refrescos de cola y los de tipo lima-limón, sabores para galletas, dulces y medicamentos entre otros.
- **Aceite esencial centrifugado.-** Se utiliza como saborizante y aromatizante en la industria alimentaria y de cosméticos, en la elaboración de fragancias para la industria de perfumes.
- **Jugo concentrado de limón.-** Se utiliza como saborizante en la industria de bebidas no alcohólicas y gaseosas.
- **Cáscara deshidratada de limón sutil.-** Producto que se obtiene en un proceso de deshidratación después de una extracción de jugo y aceite.

## **2.8 POSIBILIDADES DE INDUSTRIALIZACIÓN.**

Los limones que se utilizan en la empresa, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Con superficie seca y limpia.
- b. Sin pedúnculo.
- c. Sin rasgaduras.
- d. No estar sobre maduros.
- e. No tener más de 48 horas de cosechado
- f. Madurez fisiológica.

### **2.8.1. Jugo de limón refrigerado.**

Se obtiene de la extracción del jugo de la fruta envasado y refrigerado, inmediatamente antes que actúen las enzimas que le pueden cambiar su sabor y hacerlo amargo. Los envases deben estar completamente limpios y toda el área de trabajo también, para evitar que el producto se contamine. También es importante el tipo de manipulación que se le dé.

Esta es la única manera de conservar el sabor original del jugo en caso que se quiera utilizar en la elaboración de otros productos en los cuales así se requiera, por ejemplo en ceviche, refresco envasado, té frío con jugo natural de limón, etc. La cadena de frío debe mantenerse en todo momento, hasta llevarlo al lugar de venta, donde también debe tener temperaturas de refrigeración. Es importante recalcar que este producto no ha recibido ningún tipo de tratamiento térmico ni tiene aditivos que puedan evitar el deterioro del mismo una vez empacado. Por lo tanto, al ser el enfriamiento el único método para evitar su deterioro, ésta debe ser permanente hasta que el producto es usado por el consumidor (Murillo, s/a).

El proceso de extracción del jugo debe hacerse con el equipo adecuado, evitando la extracción del zumo de la cáscara (aceites esenciales) que le pueden impartir un sabor amargo.

### **2.8.2 Jugo de limón pasteurizado y refrigerado.**

Se obtiene de la extracción del jugo de la fruta el que se pasteuriza aplicando calor a una temperatura y por un tiempo determinado. El tiempo y la temperatura de pasteurización deben determinarse en forma práctica, ya que debe ser el suficiente para eliminar las enzimas que le pueden dar el sabor amargo y eliminar la carga microbiana. Pero no debe ser extremo ya que el

sabor del jugo cambiaría mucho y probablemente no sea aceptado por el consumidor quien probablemente esté acostumbrado a consumirlo fresco, por la disponibilidad del mismo en el mercado.

Se recomienda conservarlo en refrigeración para no tener que añadir aditivos preservantes. La cadena de frío también debe mantenerse en todo momento, inclusive en el lugar de venta. Las técnicas de proceso también deben hacerse con la mayor higiene posible para evitar la contaminación del producto y deterioro posterior al envasado.

### **2.8.3 Jugo congelado.**

Este producto es el mismo jugo que ha sido extraído y pasteurizado con los cuidados necesarios para no alterar su sabor original. Se empaca en bolsas o recipientes plásticos y se congela; no se usan aditivos pues el producto se conserva por congelación. Lo que sí es importante es que se mantenga la cadena frío para evitar que se descongele y que todo el proceso se haga con la higiene necesaria, para tener un producto final de buena calidad.

### **2.8.4 Jugo aséptico.**

La tecnología aséptica es considerada una tecnología de punta. Se basa en la conservación de un producto a temperatura ambiente sin el uso de aditivos químicos. Se aplica un tratamiento térmico a temperaturas ultra altas por tiempos cortos, posteriormente se envasa asépticamente en envases también asépticos y en un ambiente con iguales características.

Estas condiciones permiten tener un producto que conserva muchas de sus propiedades originales y no contiene preservantes químicos. Además, tienen una vida útil de más de seis meses a temperatura ambiente. Los empaques que se utilizan permiten empacar el producto en grandes volúmenes, hay máquinas llenadoras que trabajan con bolsas estériles capaces de almacenar desde 300 kg hasta 1000 kg. Esto es importante para efectos de exportación.

La inversión que se debe hacer para este tipo de proceso es muy alta, se recomienda para grandes volúmenes de producción y se necesita mano de obra más especializada que la que normalmente se utiliza para los procesos convencionales (Murillo, s/a).

## **2.9 LIMÓN COMO MATERIA PRIMA.**

Según Puente H, (2006), recomienda que la cosecha del fruto sea en estado verde, para asegurar así un mayor tiempo de conservación al ambiente y en refrigeración. Además el manejo post-cosecha realizarlo en forma técnica.

Los principales parámetros que determinan la calidad de la fruta, como son el contenido en zumo, acidez y sólidos disueltos, dependen además de la variedad o el clon, del patrón utilizado. Así, el *P. trifoliata* y sus híbridos suelen inducir calidades óptimas; mientras que el limón rugoso y el *C. macrophylla* pueden rebajar dichas calidades hasta el extremo de que, en muchos casos los frutos producidos quedan insípidos (García L. 2003).

El color de la corteza y del zumo de los frutos cítricos son atributos de calidad de gran importancia y constituyen factores decisivos en la adquisición de los mismos por los consumidores.

### **2.9.1 Características físicas del limón.**

Las determinaciones físicas nos puedan indicar de forma precisa las tendencias evolutivas referidas a tamaño y forma, que presenta el fruto durante su desarrollo y maduración, como son la altura, el diámetro ecuatorial y el peso. Hay también, un grupo de características importantes a la hora de evaluar la calidad de estos frutos, tales como el espesor, color de la corteza y el contenido en zumo (García, *et al*, 2003).

La pulpa de los frutos de algunas especies de agrios y asimismo de su zumo, tiene color amarillo más o menos verdoso, como ocurre con el limón, pomelo, lima, cidro y bergamote, mientras que naranja, mandarina y algunas variedades de pomelo son de color que varía de anaranjado al rosa y rojo. Se denomina pulpa a los residuos del fruto una vez exprimido (Lindón, *et al*, 2003).

El contenido en agua del limón es elevado. Sus valores en flavedo oscilan entre el 75-80% y en el albedo alcanzan un 75%. En el zumo los niveles son superiores al 90%.(porras, *et al*, 2003).

**Cuadro N°2:** Características físicas de las variedades de limonero.

	“Verna”	“Fino”	“Eureka”	“Lisbon”
Peso (g)	162.6	144.1	141.1	133.3
Diámetro (mm)	62.5	60.8	60.7	57.2
Altura (mm)	96.4	86.2	82.6	84.8
Diámetro mamelón (mm)	20.2	19.1	17.7	21.0
Altura cuello (mm).	8.1			14.2
Espesor de corteza (mm)	6.5	6.3	5.3	5.9
Índice de espesor	10.4	10.3	8.7	10.3
Índice de color	-3.02	-2.74	-2.54	-2.55
Índice de color interno	-8.1	-6.43	-6.55	-5.63

Fuente: (García, *et al*, 2003 - España)

## 2.9.2 Características químicas del limón.

### 2.9.2.1. Azúcares.

En el albedo fresco de los frutos maduros, el 75-80% está compuesto de agua y la materia seca está constituida por un 44% de azúcares, un 33% de celulosa incluidas ligninas y pentosanas y un 20% de sustancias pépticas; también hay glucósidos y ácido ascórbico. En la corteza, los azúcares predominantes son glucosa, fructosa y sacarosa, siendo el más abundante el primero de ellos, la xilosa y algún otro se encuentran como trazas (Porrás, *et al*, 2003)

En el zumo de la naranja "Valencia" los principales azúcares son, glucosa, fructosa y sacarosa en proporciones 2:2:1. Estos tres azúcares son los más importantes también en el zumo de pomelo, limones, mandarinas y naranjas.

La cantidad de azúcar contenida en los frutos de una misma variedad varía según las condiciones de cultivo y condiciones climatológicas, densidad de plantación porta-injerto y cantidad de agua de riego (en general a menos agua mayor cantidad de Brix). Incluso entre los frutos producidos dentro de un mismo árbol puede haber diferencias notables; en general los frutos del interior del árbol son más pobres en azúcar que los que se desarrollan, en el exterior; un fenómeno similar ocurre con los frutos que vegetan en la parte norte del árbol que son más pobres en azúcar que los orientados al sur (Lindón, *et al*, 2003).

### **2.9.2.2 Ácidos Orgánicos.**

Los ácidos orgánicos son componentes importantes de los sólidos solubles de los zumos de los cítricos que en el caso de los limones y limas son los componentes más abundantes. En el zumo de limón predomina el cítrico, algo de málico y trazas de oxálico. El ácido cítrico viene a representar el 60-70% de los sólidos solubles (García, et al, 2003).

El pH del zumo varía generalmente entre valores de 2 para limones y otros frutos ácidos. El zumo de los agrios presenta un poder tampón muy elevado, por lo que un cambio de acidez marcado puede afectar sólo ligeramente al valor del pH.

Al existir en los zumos un ácido débil, como es el ácido cítrico, acompañado de sus sales, el pH del mismo está determinado fundamentalmente por la constante de disociación y la relación existente entre las cantidades de ácido combinado y ácido libre; aunque otros componentes del zumo pueden contribuir a la concentración de hidrogeniones, su acción, en comparación con las de los ácidos cítrico y málico, es muy pequeña (Lindón, et al, 2003).

### **2.9.2.3 Vitamina C.**

La corteza de los cítricos es especialmente rica en esta vitamina; así los porcentajes que tiene la naranja son: en el flavedo un 34%, en el albedo un 19%, la pulpa un 21% y el zumo un 26%. Mientras que en el pomelo estos valores representan el 31%, 33%, 19% y 17% respectivamente. En base al peso total del fruto, el zumo contiene alrededor del 25% de la vitamina C presente en la naranja y solamente el 17% en el pomelo.

El contenido total es muy variable según la especie. En naranjas generalmente oscila entre 30 y 70 mg/100 ml de zumo; en pomelos entre 25 y 60 mg/100 ml; en limones entre 20 y 60 mg/100 ml; en limas entre 15 y 45 mg/100 ml; y en mandarinas donde hay más heterogeneidad entre 15 y 60 mg/ 100 ml. (Fuster, et al, 2003).

Las condiciones climáticas, la fertilización y el patrón (aunque no parece que sea siempre) son factores que determinan el contenido de vitamina C del fruto. Disminuye su contenido cuando el nitrógeno ó el fósforo en el suelo aumentan, pero la adición de potasio al suelo aumenta la cantidad de ácido ascórbico en el fruto. No parece influir el riego.

#### **2.9.2.4 Aminoácidos.**

Los compuestos nitrogenados presentes en los frutos cítricos son aminoácidos, aminas, péptidos y proteínas. El contenido en aminoácidos en el zumo de limones varía según diversos autores entre los 150-190 mg/100ml, en función de las variedades y porta-injertos.

#### **2.9.2.5 Compuestos fenólicos.**

Entre los compuestos fenólicos presentes en los cítricos destacan los ácidos fenólicos como salicílico, p-cumárico, cafeico, ferúlico y sinápico, los cuales pueden estar libres o generalmente enlazados a glucosa. Sin embargo, son los flavonoides los compuestos mayoritarios presentes en los cítricos (Fuster, et al, 2003).

Los flavonoides fueron descritos por primera vez por Albert Szent-Gyorgyi en 1936, ganador del premio Nóbel, por el descubrimiento de la vitamina C. Él informó que determinadas sustancias presentes en los cítricos (flavonoides) endurecían las paredes de los vasos capilares y disminuían la permeabilidad capilar, capacidad que no tenía la vitamina C. Estos compuestos fenólicos potencian o complementan la acción del ácido ascórbico sobre los síntomas de deficiencia de vitamina C (García, et al, 2003).

### **2.10 ORIGEN DE LAS CONSERVAS.**

Nicolás Appert (1750-1840) fue el primer elaborador de latas de conserva, tal como se realizan hoy en día en el hogar y en la industria. Utilizó el baño maría para conservar alimentos cocinados, guardados en botellas de cristal que luego tapaba con corchos encerados (Verdugo, 2010).

El descubrimiento de Appert, ideado para la despensa de los ejércitos de Napoleón le valió el reconocimiento del Emperador, pero no fue utilizado por, La Grande Armée, en la campaña de Rusia, quizás por la fragilidad del envase, o por quedar aire en el interior, tal como sucede en las conservas caseras, el contenido se arruina, pudiendo ser colonizado por las bacterias causantes del botulismo (Verdugo, 2010).



## **2.11 MÉTODOS DE CONSERVACIÓN.**

### **2.11.1 Métodos Físicos.**

- **Pasteurización.**

Es el método de calentamiento empleado para la conservación de diversos productos con temperaturas elevadas. Las formas de resistencia de los microorganismos se eliminan hasta en un 99%. Este tratamiento térmico busca eliminar bacterias patógenas que puedan estar presentes en el producto. Como resultado de la pasteurización se disminuye un gran número de bacterias además de las patógenas, aunque algunas no patógenas permanecen, razón por la cual el producto se enfría inmediatamente después de este proceso a 10°C o preferible aún, a una temperatura más baja. Para evitar el rápido crecimiento y multiplicación de las bacterias que permanecen (Durán, 2000).

### **2.11.2 Métodos Químicos.**

Estos métodos agregan sustancias químicas que no alteran las cualidades de los alimentos, esto ocasiona que el alimento permanezca estable durante bastante tiempo, o en su caso, el tiempo de caducidad aumenta si se cumplen los estándares de refrigeración. Entre las sustancias químicas que se utilizan para efectuar este método se encuentran las sustancias con actividad antiséptica, que se conocen como conservadores químicos (Aguilar, 2012).

- **Sorbato de potasio.**

El sorbato de potasio es la sal de potasio del ácido sórbico. Su uso principal es como conservante de alimentos. El sorbato de potasio es eficaz en una variedad de aplicaciones, incluyendo la comida, el vino, y el cuidado personal (Aguilar, 2012).

El sorbato de potasio se utiliza para inhibir mohos y levaduras en muchos alimentos, como el queso, el vino, yogur, embutidos, sidra de manzana y productos horneados. También se puede encontrar en la lista de ingredientes de muchos productos de frutas secas. Además, los productos de suplementos dietéticos a base de hierbas por lo general contienen sorbato de potasio, que

actúa para prevenir el moho y los microbios y aumentar la vida útil y se utiliza en cantidades en el que no hay efectos adversos para la salud conocidos (Aguilar, 2012).

- **Ácido Cítrico.**

El ácido cítrico es ampliamente utilizado en la industria de alimentos, bebidas, entre otras. Es empleado como agente acidificante y resaltador del sabor, como antioxidante para prevenir la rancidez de grasas y aceites, como amortiguador en mermeladas y como estabilizante en gran variedad de alimentos (Sánchez, Ortiz, & Betancourt, 2004).

## **2.12 PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS.**

### **2.12.1 pH (potencial de hidrógeno).**

El pH es la concentración de iones hidronio presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrógeno". Este término fue acuñado por el químico danés Sorensen quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es: Desde entonces, el término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

- **Medida del pH.**

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata /cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno. También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores. Algunos compuestos orgánicos que cambian de color en función del grado de acidez del medio en que se encuentren se utilizan como indicadores cualitativos para la determinación del pH (Sandoval, 2009).

- **Control del pH.**

El pH es de suma importancia desde el punto de vista biológico y agroindustrial. Los valores de pH de la materia viva permanecen constantes, debido a la existencia de mecanismos de regulación, que actúan por intermedio de sustancias especiales. En la práctica, la acidez o alcalinidad de un medio se expresa por medio del número de hidrógenos (n), llamado de pH (potencial Hidrogeno). Si el pH es menor a 7, el medio es ácido, si el pH es igual a 7, es neutro y si el pH es mayor a 7 es básico o alcalino (Quezada, 2007).

- **El pH en la conservación de los alimentos.**

En general, los hongos y las levaduras tienen mayor habilidad que las bacterias para crecer a pH ácidos, pudiendo proliferar a un valor de pH tan bajo como 1,5. Disminuir el pH debajo de 4,5 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos por pH, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo (< 1,8) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

La disminución del pH ayuda básicamente en dos formas a la preservación de alimentos: inhibiendo directamente el crecimiento microbiano y reduciendo la resistencia térmica microbiana en alimentos que serán posteriormente procesados por calor (ICMSF, 1980) citado por (Gomez & Sanchez, 2007).

Los Mohos se desarrollan a un pH próximo entre 2 o superiores a 9.0 y las levaduras, entre pH 2,5 y pH 8,5; por el contrario, son raras las bacterias capaces de proliferar a pH inferior o próximo a 4 (*Lactobacillus*). Los *Clostridium*, y más concretamente el (*Clostridium botulinum*) tan peligroso a causa de la toxina que produce; y de la resistencia de sus esporas al calor, no tolera medios demasiados ácidos, así el *Clostridium botulinum* no se desarrolla por debajo de pH 4,5 y esta característica permite aplicar tratamientos térmicos relativamente suaves para la mayoría de las conservas (Sulca P. 2016).

### **2.12.2 Acidez.**

Según Sandoval, (2009) en los alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el porcentaje del ácido predominante en el material. Ej. En aceites es el porcentaje en ácido oleico, en zumo de frutas es el porcentaje en ácido cítrico, en leche es el porcentaje en ácido láctico. Tenemos tres conceptos de acidez que son:

a) Acidez fija: es la acidez propia del alimento, o la acidez que debe tener; llamada también acidez positiva. Por ejemplo: el ácido tartárico para el vino.

b) Acidez volátil: es la acidez que se debe minimizar por criterio de calidad; es la más difícil de medir, llamada acidez negativa, por lo tanto es algo malo. Por ejemplo: el ácido acético para el vinagre (que se elimina evaporándose).

c) Acidez fija + acidez volátil = acidez total, ya que para la determinación de la acidez volátil se emplea otra técnica un poco tediosa (Sandoval, 2009)

- **Determinación de acidez.**

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante. Cuando un ácido y una base reaccionan se produce una reacción; que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común es la fenolftaleína, que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base. El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido (Sandoval, 2009).

- **La acidez en los alimentos.**

En alimentos ácidos y de alta acidez, la presencia de esporas del *C. botulinum*, es de poca significancia, puesto que no hay crecimiento de esta bacteria a valores de pH inferiores a 4.7 (Gomez & Sanchez, 2007).

### **2.12.3 Grados Brix.**

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20°C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura (Camacho, 2002).

La presencia de sólidos solubles en el jugo de limón en sus diferentes estados de madures, son las siguientes: en estado verde es 7.56° Brix, en estado pintón 7.61° Brix y en estado maduro 7.72° Brix. Concluyendo que los sólidos solubles se mantuvieron sin alteración durante el proceso de madurez (Puente H, 2006).

La normatividad internacional establece que los jugos de naranja, manzana y toronja deben contener al menos el 10% de sólidos de la fruta correspondiente (o sea, 10 grados Brix); para el jugo de uva el mínimo es de 16 grados Brix. (Rodríguez, 2006).

## **2.13 NORMA GENERAL DEL CODEX PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS.**

### **2.13.1 (CODEX STAN 247-2005).**

- **Descripción del producto.**

Por zumo (jugo) de fruta se entiende al líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Los zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta de que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes

restablecidos de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. El zumo (jugo) de fruta se obtiene exprimiendo directamente por procedimientos de extracción mecánica (Codex alimentario, 2005).

- **Ingredientes básicos.**

Para los zumos (jugos) de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del zumo (jugo) exprimido de la fruta y el contenido de sólidos solubles del zumo (jugo) de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de zumo (jugo).

- **Criterios de calidad.**

Los zumos (jugos) y néctares de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden. La fruta no deberá retener más agua como resultado de su lavado, tratamiento con vapor u otras operaciones preparatorias que la que sea tecnológicamente inevitable (CODEX STAN 247).

- **Autenticidad.**

Se entiende por autenticidad el mantenimiento en el producto de las características físicas químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de la fruta o frutas de que proceden.

- **Higiene.**

Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de la presente Norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1969), y otros textos pertinentes del Codex, tales como Códigos de Prácticas y Códigos de Prácticas de Higiene. Los productos deberán ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

## **2.14 ANÁLISIS SENSORIAL.**

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing) (Hernández, 2005).

Este último punto es primordial, ya que no se piensa desde un comienzo en el impacto que puede producir el producto en el consumidor final; es importante tener en cuenta la opinión del consumidor desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas y necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor.

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

También se considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernandez, 2005).

### **2.14.1 Prueba descriptiva.**

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor

aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo (Hernandez, 2005).

- **Escala de atributos.**

Estas pruebas permiten evaluar los atributos de un producto alimenticio, se consigue describirlo conocerlo y cuantificarlo, para posteriormente evaluar su aceptación por parte del consumidor (Hernandez, 2005).

## **2.15 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS SENSORIALES.**

### **2.15.1 Sabor.**

Es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo (Sánchez V. 2007).

En el ser humano existen alrededor de unos 12.000 botones gustativos sobre la superficie de la lengua, distribuido no de manera uniforme, sino concentrados en determinadas áreas, que se extienden desde la punta de la lengua hasta los bordes laterales y sobre una pequeña zona que cruza transversalmente el órgano, a nivel de la base de la lengua (Segura R, 1986).

Los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación, son los siguientes:

- Acidez, se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre (Sanchez V. 2007).
- Amargor, sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja (Sanchez V. 2007).
- Astringencia, más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además



produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido a al sabor de las hojas de plátano.

- Dulce, este sabor es percibido en la punta de la lengua (Sanchez V. 2007).
- Salado, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación (Sanchez V. 2007).

Las cualidades propiamente típicas del sentido del gusto corresponden a los cuatros sabores fundamentales: dulce, salado, ácido y amargo. Estas distintas cualidades o modalidades no son percibidas de igual manera en todas las áreas o regiones gustativas, sino que ofrecen diferencias de localización características (Segura R, 1986).

### **2.15.2 Olor.**

Es la sensación debida a la percepción de sustancias volátiles por medio de la nariz. Las sustancias volátiles atraviesan la mucosa pituitaria y entran en contacto con las células que reconocen los olores y con las terminaciones nerviosas que los transmiten. El olor es el segundo “filtro” en la aceptación de los alimentos (Reglero, 2011).

Segura R, (1986), indica que el sentido del olfato comprende un conjunto de fenómenos mucho más complicados que en el caso del gusto. Los receptores olfatorios están constituidos por determinaciones nerviosas localizadas en la parte superior y posterior de las fosas nasales. En el hombre existen unos 20 millones de receptores olfatorios, cada uno de los cuales presenta alrededor de 20 prolongaciones o filamentos de tipo ciliar. Estos receptores son, de hecho células sensoriales primarias que envían o proyectan sus axones directamente al cerebro.

El número de cualidades o modalidades de sensaciones olfatorias es inmenso, estimándose que el olfato humano puede llegar a detectar unos 10.000 tipos distintos de olores. A pesar de la gran variedad de olores que podemos percibir, no existen un criterio aceptable y aceptado por todos los autores para clasificar las distintas sensaciones olfatorias de manera satisfactoria.

A título de orientación y con un criterio totalmente arbitrario, podemos distinguir las siguientes variedades:

1. Aromático (Pimienta, Jengibre).
2. Fragante (Jazmín).
3. Etéreo (<éter> De Manzana).

### **2.15.3 Apariencia.**

Es el primer “filtro” para la aceptación de un alimento ya que puede revelar normalidad o anomalías en un producto. También se aprecia la apariencia (Reglero, 2011).

La visión se realiza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que los interprete. Cada ojo consta de dos partes: el globo ocular y los órganos anexos. (Hernandez A. 2005).

El globo ocular es un órgano casi esférico, de unos 24 mm (le diámetro, constituido por tres membranas: la esclerótica, las coroides y la retina. La esclerótica es la capa fibrosa del ojo y la más externa. La zona central de su parte anterior se hace transparente y se abomba para formar la córnea, que permite el paso de los rayos luminosos, mientras que en el área posterior se halla un orificio que da paso al nervio óptico (Hernandez A. 2005).

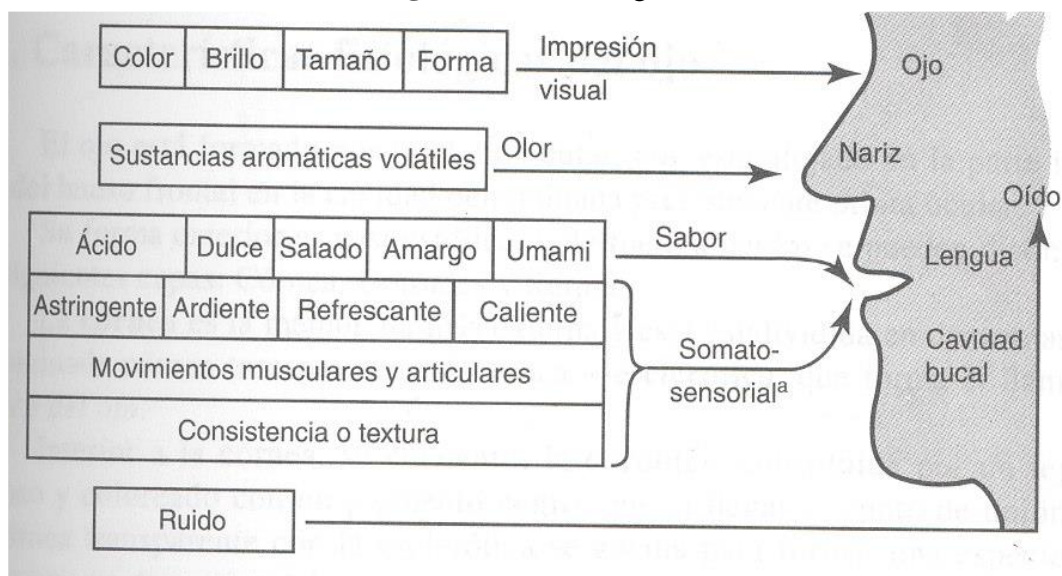
A través de este sentido se percibe las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como lo es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura).

Como ya se dijo con el sentido de la vista se perciben los colores los cuales se relacionan por lo general con varios sabores, no importa que sean agradables o no, esto se debe a la experiencia que tenga cada individuo (Hernandez A. 2005).

#### 2.15.4 Aceptabilidad.

El fin de los alimentos es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Desde este punto de vista es una importante herramienta en el desarrollo de nuevos productos (Reglero, 2011).

**Figura N°1: Sensograma**



Tomado de: J. Sancho. **Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. 2002**

El catador y/o el consumidor final, emite un juicio espontáneo de lo que siente hacia una materia prima, producto en proceso o producto terminado, luego expresa la cualidad percibida y por último la intensidad. Entonces si la sensación percibida es buena de agrado o si por el contrario la sensación es mala, el producto no será aceptado, provocando una sensación de desagrado. Las diferentes percepciones de un producto alimenticio se presentan en la figura 1.

#### 2.15 RELACIÓN BENEFICIO COSTO.

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto. Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados. Al mencionar los egresos presentes netos se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del

proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador, la relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad (Vaquiro, 2013).

### **2.15.1 ¿Cómo calcular la relación beneficio costo?**

Según Vaquiro (2013) se trae a valor presente los egresos netos de efectivo del proyecto. Se establece la relación entre el VPN de los Ingresos y el VPN de los egresos. Importante aclarar que en la B/C se debe tomar los precios sombra o precios de cuenta en lugar de los precios de mercado. Estos últimos no expresan necesariamente las oportunidades socio económicas de toda la colectividad que se favorece con el proyecto, de ahí su revisión, o mejor, su conversión a precios sombra.

### **2.15.2 Interpretación del resultado de la relación beneficio costo.**

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social, si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto (Vaquiro, 2013).

## **2.16 COSTOS DE PRODUCCIÓN.**

Se entiende como costo a la suma de valores y servicios invertidos en el proceso productivo, de tal manera que se renumere a los distintos factores que intervienen en el mismo. Las características de la actividad y de los factores que determinan los costos son distintos según la localización de la región, las actividades a implantar, el sistemas de producción y en general las modalidades del cultivo (INTA, 1996). Su objetivo es mostrar los costos de inversión para la realización del proyecto. De igual manera, se analiza la cantidad de dinero necesaria para la elaboración del producto a la prestación del servicio (LEXUS, 2010).

Según, Castro (2014), indica que para determinar si una empresa produce utilidades, se calculan y analizan sus costos y sus beneficios, si los costos son mayores que sus beneficios la empresa no produjo utilidad (tuvo pérdidas) si los beneficios son más altos que los costos de la empresa se obtuvo utilidades (ganancias).es perfectamente comprensible que la empresa agropecuaria necesita dinero para adquirir los medios necesarios para la producción., se necesita obtener capital para conseguir; semillas, herbicidas, fertilizantes, insecticidas, maquinaria, equipo instalaciones y construcciones, mano de obra, terrenos entre otros.

Representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio, integrado por Material, sueldos y salarios y Gastos indirectos de producción (Bustamante, 2004).

- **Material.-** Es el elemento que se convierte en un artículo de consumo o de servicio.
- **Sueldos y Salarios.-** Es el esfuerzo humano necesario para la transformación del material.
- **Gastos Indirectos de Producción o de Fabricación.-** Son los elementos necesarios accesorios para la transformación del materia, además de los sueldos y salarios directos como son: el lugar donde se trabaja, el equipo, las herramientas, la luz, combustibles lubricantes, sueldos, papelería, útiles de escritorio, etc. (Bustamante, 2004).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN.**

El presente trabajo de estudio se realizó en el “Laboratorio de Procesamiento y Conservación de Productos Agropecuarios” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (F.C.A. y F.) de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (U.A.J.M.S.) ubicada en la provincia Cercado, zona el Tejar.

#### **3.2. MATERIALES.**

##### **Material de Campo:**

- Bolsas de recolección (Cosecha).
- Libreta de campo.
- Equipo con Cámara fotográfica.

##### **Materia Prima:**

- Limones frescos.

##### **Material o Equipo de Laboratorio:**

- Pelador manual.
- Extractor De Jugos.
- Contenedor plástico de cap. 15 L: con dispensador (grifo).
- Botellas de Vidrio.
- Selladora.
- Equipo de pasteurización: Cocina a gas, Olla con cap. (40L.), Canasta metálica, y Termómetro, Encendedor.
- Utensilios: Cuchillos, Cucharas, Jarras, Colador, Baldes, Recipientes.
- Equipo Digital, con Cámara fotográfica y temporizador.
- Libreta de apuntes.

### Material de Escritorio.

- Computadora e Impresora.

### 3.3. METODOLOGÍA.

#### 3.3.1. Método.

La caracterización de un alimento es un proceso largo y complejo que normalmente involucra a varias disciplinas científicas. El análisis sensorial (organoléptico) debería ser una de ellas y concretamente, la obtención del perfil descriptivo o “Huella Sensorial” del producto es una parte fundamental de la caracterización.

La técnica para la evaluación fue a través de pruebas sensoriales, técnica que sirvió para la ejecución de la presente investigación, en un arreglo factorial (3x3), con (factor: A) tres temperaturas y (factor: B) tres tiempos de pasteurización, los cuales constituyen los tratamientos a evaluar.

Los cuales se indican a continuación:

**Cuadro N°3:** Descripción de factores de tratamientos

FACTOR	CODIGO	NIVELES
Temperatura	A	A1  80°C A2  85°C A3  90°C
Tiempo	B	B1  10 minutos B2  15 minutos B3  20 minutos

#### 3.3.2 Interacciones de factores.

De la combinación de los factores y niveles diseñados se obtuvieron 9 muestras (M) independientes, Las cuales se indican a continuación:

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
A1*B1	A1*B2	A1*B3	A2*B1	A2*B2	A2*B3	A3*B1	A3*B2	A3*B3

### 3.3.3 Descripción de Muestras (M).

A continuación se describen los diferentes tratamientos (muestras) individualmente en el siguiente cuadro.

**Cuadro N°4:** Descripción individual de tratamientos

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DETALLE</b>
<b>M1</b>	A1 * B1	80°C de Temperatura x 10 minutos de pasteurización
<b>M2</b>	A1 * B2	80°C de Temperatura x 15 minutos de pasteurización
<b>M3</b>	A1 * B3	80°C de Temperatura x 20 minutos de pasteurización
<b>M4</b>	A2 * B1	85°C de Temperatura x 10 minutos de pasteurización
<b>M5</b>	A2 * B2	85°C de Temperatura x 15 minutos de pasteurización
<b>M6</b>	A2 * B3	85°C de Temperatura x 20 minutos de pasteurización
<b>M7</b>	A3 * B1	90°C de Temperatura x 10 minutos de pasteurización
<b>M8</b>	A3 * B2	90°C de Temperatura x 15 minutos de pasteurización
<b>M9</b>	A3 * B3	90°C de Temperatura x 20 minutos de pasteurización

### 3.4. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

El presente trabajo de investigación tuvo su inicio en el mes de octubre y finalizó con los análisis correspondientes en el mes de noviembre de la gestión 2017.

#### 3.4.1 Obtención del Limón.

El limón fue recolectado de parcelas cítricas, en zonas rurales del Municipio de Bermejo pertenecientes a la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija.

#### 3.4.2 Extracción de Jugos.

Los frutos recolectados fueron trasladados a las instalaciones de la facultad de ciencias agrícolas y forestales (U.A.J.M.S), exactamente en el “Laboratorio de Procesamiento y Conservación de Productos Agropecuarios”, lugar donde se realizó la extracción del jugo con todos los materiales previamente esterilizados para eliminar posibles microorganismos que puedan ocasionar la fermentación del jugo.

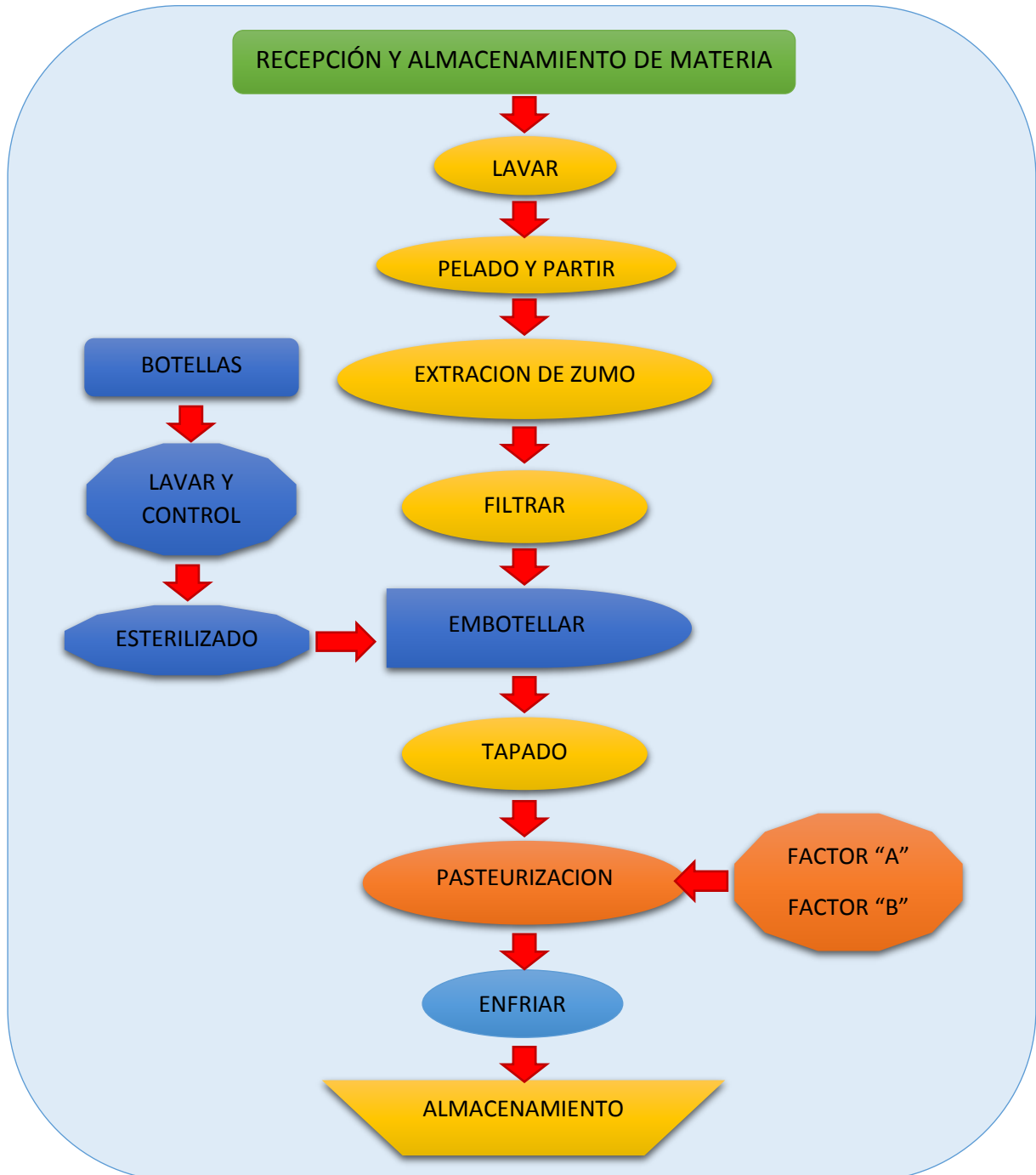


### 3.4.3 Proceso Térmico.

Luego de la extracción del jugo, este fue envasado en botellas de vidrio y posteriormente se realizó la pasteurización, utilizando los equipos del laboratorio.

### 3.4.4 Diagrama de Flujo.

**Figura N°2:** Diagrama de flujo de la elaboración del jugo de limón, puramente envasado.



### **3.4.5. Descripción de Proceso:**

- **Recepción y Almacenamiento de materia prima:**

Se dispuso de recipientes plásticos y un espacio fresco con humedad media, para la recepción y almacenamiento de la materia prima, la cual fue procedente de parcelas cítricas del Municipio de Bermejo.

- **Lavado:**

La fruta fue lavada con agua potable y posteriormente fueron secados con paños textiles.

- **Pelado:**

Se procedió a pelar y dividir la fruta “Ecuatorialmente” en dos partes iguales, mediante la utilización de pelador manual y cuchillos, lo cual facilitó el procesamiento.

- **Extracción de zumo:**

La extracción de jugo de limón se realizó mediante un extractor manual, posteriormente dicho jugo fue recolectado en recipientes plásticos y de aluminio.

- **Filtración:**

El zumo recolectado se pasó a través de un colador de malla fina, para separar las semillas y otros sólidos (macromoléculas) en suspensión, contenidas en el jugo.

- **Envasado:**

Primeramente se procedió a lavado y control de las botellas, posteriormente se realizó el llenado de cada botella con el jugo de limón, esto mediante la utilización de un contenedor con dispensador (grifo). Finalmente se realizó el tapado de cada botella, que fue mediante la utilización de un tapador manual; para completar esta etapa.

- **Pasteurización:**

Este proceso térmico se realizó con equipos de pasteurización regulados, mediante la utilización de un termómetro, a 80°C, 85°C y 90°C respectivamente; mientras que los tiempos se controlaron con un temporizador digital.

- **Enfriamiento:**

Se la realizo manualmente, luego del proceso térmico, las botellas fueron introducidas en agua fría ocasionando el choque térmico que provoca el sellado al vacío.

- **Almacenado:**

Las botellas se almacenaron de manera inmediata en un lugar fresco y oscuro, a temperatura ambiente, y sin luminosidad; esto para que se asegure la eliminación de microorganismos e inactive las enzimas presentes en la fruta, facilitando la conservación del zumo y en lo posterior realizar los respectivos análisis.

### **3.5. ANÁLISIS SENSORIAL.-**

#### **3.5.1 Organización de la Prueba.-**

La evaluación sensorial se realizó un mes después del proceso de elaboración del producto exactamente el 17 de noviembre del 2017, en las instalaciones del “Laboratorio de Procesamiento y Conservación de Productos Agropecuarios”. También se contó con la participación de 16 catadores no experimentados, que no estuvieron en contacto con las muestras.

Además se dispuso de 16 cubículos portátiles, dispuestos para cada uno de los catadores, las cuales estaban distribuidas en 2 mesas, con sus respectivos asientos. Se tuvo la asistencia de 8 ayudantes servidores, los cuales estaban para la distribución de las muestras en el momento de evaluación por los consumidores (Ver Anexos N°4).

La evaluación fue de tipo descriptiva y gustativa utilizando una boleta estructurada (encuesta).  
Las escalas definidas en las secciones de evaluación serán las siguientes:

- **Primera escala:**

1= Ninguna de las opciones. 2= Ligero. 3=Moderado. 4=Bastante. 5= Mucho.

Los atributos evaluados fueron las siguientes:

- a) *Sabor (Limón fresco).*
- b) *Color (Apariencia a verde limón).*
- c) *Olor (limón fresco).*

- **Segunda escala:**

1= No me gusta. 2= Me disgusto poco. 3=Ni me gusto, ni me disgusto.  
4=Me gusto poco. 5= Me gusta mucho.

El atributo evaluado es el siguiente:

- d) *Aceptabilidad (si gusta).*

### 3.5.2 Tabulación y Análisis de Datos.

Los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales, fueron ordenados empleando la Estadística Descriptiva para cada variable (Sabor, Color, Olor, Aceptabilidad, etc.), tomando en cuenta la distribución de frecuencias relativas y/o acumuladas expresadas en porcentajes (Hernández et al, 1999). El cálculo se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{\text{NC}}{\text{NT}} * 100$$

Donde:

NC: Número de casos o frecuencias absolutas.

NT: Número total de casos.

### **3.6. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO.**

Este análisis se lo realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), unidad de dependiente de la facultad de ciencias y tecnología (U.A.J.M.S). Cabe mencionar que dicho análisis son complementario al presente trabajo de estudio, ya que los resultados no darán respuesta a los objetivos específicos planteados.

Se lo ejecutó con la finalidad de observar las propiedades físico-químico de cada tratamiento. Se realizó 2 análisis, la primera muestra se la tomó un día después del proceso de conservación (día 1), y la segunda posteriormente al finalizar los 30 días.

- Entrega de primeras muestras: 5 de octubre 2017.
- Entrega de segundas muestras: 13 de noviembre de 2017.

Al ejecutar el análisis físico-químico se determinaron los siguientes parámetros:

#### **3.6.1 Brix %.**

Los sólidos solubles del jugo de limón en estado verde es de 7.56° Brix, en estado pintón de 7.61° Brix y en estado maduro de 7.72° Brix. (Puente H., 2006)

#### **3.6.2 pH.**

El pH del jugo de limón en estado verde es de 2.40, en estado pintón de 2.38 y en estado maduro de 2.37 (Puente H., 2006).

#### **3.6.3 Acidez.**

La acidez titulable del jugo de limón en estado verde es de 5.77 g/100g de ácido cítrico, en estado pintón de 5.48 g/100g y en estado maduro de 5.39g/100g (Puente H., 2006).

### **3.7. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ECONÓMICO.**

#### **3.7.1 Costos totales.**

Los costos totales se calcularon mediante la suma de los costos variables (materiales directos, materiales indirectos y mano de obra directa), y los costos fijos fueron (depreciación de equipos y maquinaria y suministros).

$$CT = \text{costos fijos} + \text{costos variables}$$

#### **3.7.2 Ingresos Brutos.**

Los ingresos brutos se los obtuvo multiplicando el rendimiento total del jugo de limón por el precio de venta en el mercado.

$$IB = \text{valor de venta del jugo de limón.}$$

#### **3.7.3 Beneficio Neto.**

El beneficio neto se consiguió mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$BN = \text{ingresos brutos} - \text{costos totales}$$

#### **3.7.4 Relación Beneficio Costo.**

Para realizar el análisis económico se utilizó la relación beneficio / costo, mediante la siguiente fórmula:

$$R (B/C) = \text{Ingresos brutos} / \text{costos totales}$$

#### **3.7.5 Rentabilidad.**

Para obtener el porcentaje de rentabilidad de los tratamientos, se dividió el beneficio neto con los costos totales, y se multiplicó por cien:

$$\text{Rentabilidad \%} = \text{beneficio neto} / \text{costos totales} \times 100$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO.

##### 4.1.1 Acidez (como ácido cítrico) en Jugo de Limón.

**Cuadro N°5:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de acidez

N°	TRATAMIENTO	UNIDAD	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
			N°1	N°2		
1	A1B1	%	9,5	6,34	3,16	disminución
2	A1B2	%	8,87	5,01	3,86	disminución
3	A1B3	%	7,44	6,02	1,42	disminución
4	A2B1	%	7,6	9,5	1,9	incremento
5	A2B2	%	6,65	5,86	0,79	disminución
6	A2B3	%	6,34	10,14	3,8	incremento
7	A3B1	%	6,65	8,71	2,06	incremento
8	A3B2	%	5,86	8,24	2,38	incremento
9	A3B3	%	5,7	8,71	3,01	incremento

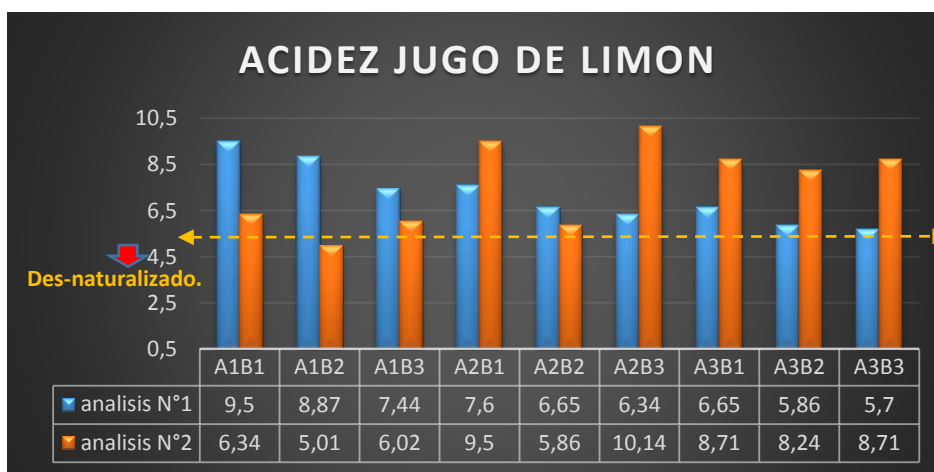
**Fuente:** Elaboración Propia.

El tratamiento A1B1 obtuvo un acidez inicial de 9,5 en el análisis N°1, con una disminución de 3,16; llegando al análisis N°2 con una acidez final de 6,34. Mientras que el tratamiento A1B2 registró una acidez inicial de 8,87 en el análisis N°1, teniendo una disminución de 3,86 resultando en el análisis N°2 con una acidez final de 5,01. Así también el tratamiento A1B3 alcanzó una acidez inicial de 7,44 en el análisis N°1, teniendo una disminución de 1,42 reflejado en el análisis N°2 con una acidez final de 6,02.

El tratamiento A2B1 obtuvo un acidez inicial de 7,6 en el análisis N°1, con un incremento de 1,9; llegando al análisis N°2 con una acidez final de 9,5. Mientras que el tratamiento A2B2 registró una acidez inicial de 6,65 en el análisis N°1, teniendo una disminución de 0,79 resultando en el análisis N°2 con una acidez final de 5,86. Así también el tratamiento A2B3 alcanzó una acidez inicial de 6,34 en el análisis N°1, teniendo un incremento de 3,8 reflejado en el análisis N°2 con una acidez final de 10,14.

El tratamiento A3B1 obtuvo un acidez inicial de 6,65 en el análisis N°1, con un incremento de 2,06; llegando al análisis N°2 con una acidez final de 8,71. Mientras que el tratamiento A3B2 registró una acidez inicial de 5,86 en el análisis N°1, teniendo un incremento de 2,38; resultando en el análisis N°2 con una acidez final de 8,24. Así también el tratamiento A3B3 alcanzó una acidez inicial de 5,7 en el análisis N°1, teniendo un incremento de 3,01; reflejado en el análisis N°2 con una acidez final de 8,71.

**Grafica N°1:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de acidez



**Fuente:** Elaboración propia

(Puente H, 2006), indica la Acidez titulable (g/100g) del jugo de limón extraído en tres estados de madurez. El contenido de ácido cítrico en el jugo de limón fue similar en los tres estados, en estado verde (5.77 g/100 g), en estado pintón (5.48 g/100 g) y en estado maduro (5.39 g/100 g).

De acuerdo a este estudio realizado referente al contenido de acides en el zumo de limón en sus tres estados: verde, pintón y maduro; se puede observar que cuando existe un descenso en los niveles de ácido cítrico, es un indicador de una pérdida de naturalidad del jugo (zumo) del fruto. Dando como referencia una acidez titulable de (5,5 gr/100gr) del jugo de limón extraído. Niveles inferiores a este rango, indican que el producto en cuestión (zumo) está sufriendo una des-naturalización.

Esta pérdida de naturalidad concuerda con los resultados, para todos los tratamientos con temperaturas a 80°C, con tiempos de 10 minutos de pasteurización; y solo un tratamiento (A2B2) con temperatura de 85°C, y tiempos de 15 minutos de pasteurización; ya que sufrieron una disminución en los niveles de ácido cítrico.



Mientras que se consideran naturales, todos los tratamientos con temperaturas próximas a 90°C con tiempos de 20 minutos de pasteurización; ya produjeron un incremento en los niveles de ácido cítrico; y así también los tratamientos (A2B1 - A2B3) con temperaturas de 85°C, y tiempos de 10 y 20 minutos de pasteurización.

El pH del zumo varía generalmente entre valores de 2 para limones y otros frutos ácidos. El zumo de los agrios presenta un poder tampón muy elevado, por lo que un cambio de acidez marcado puede afectar sólo ligeramente al valor del pH (García, *et al*, 2003).

#### 4.1.2 pH (20°C) de Jugo de Limón.

**Cuadro N°6:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de pH

N°	TRATAMIENTO	UNIDAD	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
			N°1	N°2		
1	A1B1	pH.	2,26	3,67	1,41	incremento
2	A1B2	pH.	2,25	3,71	1,46	incremento
3	A1B3	pH.	2,27	3,72	1,45	incremento
4	A2B1	pH.	2,26	3,59	1,33	incremento
5	A2B2	pH.	2,26	3,76	1,5	incremento
6	A2B3	pH.	2,27	3,57	1,3	incremento
7	A3B1	pH.	2,27	3,64	1,37	incremento
8	A3B2	pH.	2,27	3,62	1,35	incremento
9	A3B3	pH.	2,28	3,64	1,36	incremento

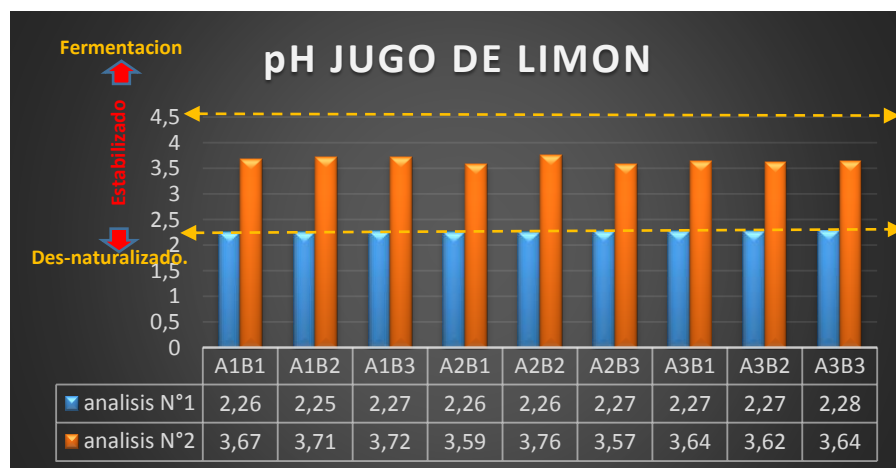
**Fuente: Elaboración Propia.**

El tratamiento A1B1 obtuvo un pH inicial de 2,26 en el análisis N°1, con un incremento de 1,41 llegando al análisis N°2 con un pH final de 3,67. Mientras que el tratamiento A1B2 registró un pH inicial de 2,25 en el análisis N°1; teniendo un incremento de 1,46; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 3,71. Así también el tratamiento A1B3 alcanzó un pH inicial de 2,27 en el análisis N°1, obteniendo un incremento de 1,45; reflejado en el análisis N°2 con un pH final de 3,72.

El tratamiento A2B1 obtuvo un pH inicial de 2,26 en el análisis N°1, con un incremento de 1,33 llegando al análisis N°2 con un pH final de 3,59. Mientras que el tratamiento A2B2 registró un pH inicial de 2,26 en el análisis N°1; teniendo un incremento de 1,5; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 3,76. Así también el tratamiento A2B3 alcanzó un pH inicial de 2,27 en el análisis N°1, obteniendo un incremento de 1,3; reflejado en el análisis N°2 con un pH final de 3,57.

El tratamiento A3B1 obtuvo un pH inicial de 2,27 en el análisis N°1, con un incremento de 1,37 llegando al análisis N°2 con un pH final de 3,64. Mientras que el tratamiento A3B2 registró un pH inicial de 2,27 en el análisis N°1; teniendo un incremento de 1,35; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 3,62. Así también el tratamiento A3B3 alcanzó un pH inicial de 2,28 en el análisis N°1, obteniendo un incremento de 1,36; reflejado en el análisis N°2 con un pH final de 3,64.

**Grafica N°2:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de pH



**Fuente:** Elaboración propia

(Puente H, 2006), muestra el pH del jugo del limón extraído en tres estados de madurez. El pH del jugo del limón en los tres estados fue el mismo; con los siguientes valores, en estado verde 2.40, en estado pintón 2.38 y en estado maduro 2.37. Concuenda (García, *et al*, 2003), indicando que el pH del zumo varía generalmente entre valores de 2 para limones y otros frutos ácidos.

De acuerdo al estudio realizado referente al contenido de pH en el zumo de limón en sus tres estados: verde, pintón y maduro; se puede observar que cuando existe un descenso en los niveles de pH, es un indicador de una pérdida de naturalidad del jugo (zumo) del fruto. Dando como referencia un pH de 2,38. Niveles inferiores a este rango, indican que el producto en cuestión (zumo) está sufriendo una des-naturalización.

Por otro lado, Los Mohos se desarrollan a un pH próximo entre 2 o superiores a 9.0 y las levaduras, entre pH 2,5 y pH 8,5; por el contrario, son raras las bacterias capaces de proliferar a

pH inferior o próximo a 4 (*Lactobacillus*). Los *Clostridium* y más concretamente el *Clostridium botulinum*, tan peligroso a causa de la toxina que produce y de la resistencia de sus esporas al calor, no tolera medios demasiados ácidos, así el *Clostridium botulinum* no se desarrolla por debajo de pH 4,5 y esta característica permite aplicar tratamientos térmicos relativamente suaves para la mayoría de las conservas (Sulca P. 2016).

Coincide (Gomez & Sanchez, 2007), indicando que en alimentos ácidos y de alta acidez, la presencia de esporas del *C. botulinum*, es de poca significancia, puesto que no hay crecimiento de esta bacteria a valores de pH inferiores a 4.7.

Considerando estos rangos establecidos según investigaciones; de acuerdo a los resultados de laboratorio, podemos afirmar que todos los tratamientos tuvieron un incremento en los niveles de pH, pero sin llegar a niveles superiores que permitan el desarrollo de microorganismos patógenos, los cuales son nocivos para el consumo humano.

#### 4.1.3 Sólidos Solubles (20°C) del Jugo De Limón.

**Cuadro N°7:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de Brix

N°	TRATAMIENTO	UNIDAD	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
			N°1	N°2		
1	A1B1	°Brix.	7,8	8,2	0,4	incremento
2	A1B2	°Brix.	7,9	7,6	0,3	disminución
3	A1B3	°Brix.	7,8	7,8	0	Sin modificación
4	A2B1	°Brix.	7,8	7,6	0,2	disminución
5	A2B2	°Brix.	7,8	7,7	0,1	disminución
6	A2B3	°Brix.	7,6	7,6	0	Sin modificación
7	A3B1	°Brix.	7,9	7,6	0,3	disminución
8	A3B2	°Brix.	7,8	7,6	0,2	disminución
9	A3B3	°Brix.	7,8	7,7	0,1	disminución

**Fuente: Elaboración Propia.**

El tratamiento A1B1 obtuvo un Brix inicial de 7,8 en el análisis N°1, con un incremento de 0,4 llegando al análisis N°2 con un pH final de 8,2. Mientras que el tratamiento A1B2 registró un Brix inicial de 7,9 en el análisis N°1; teniendo una disminución de 0,3; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 7,6. Difiere el tratamiento A1B3 puesto que no presenta ninguna modificación, entre los análisis N°1 y N°2, el cual alcanzo en ambos casos un valor Brix de

7,8. El tratamiento A2B1 obtuvo un Brix inicial de 7,8 en el análisis N°1, con una disminución de 0,2; llegando al análisis N°2 con un pH final de 7,6.

Mientras que el tratamiento A2B2 igualmente registró un Brix inicial de 7,8 en el análisis N°1 teniendo una disminución de 0,1; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 7,7. Difiere el tratamiento A2B3 puesto que no presenta ninguna modificación, entre los análisis N°1 y N°2, el cual alcanzo en ambos casos un valor Brix de 7,6.

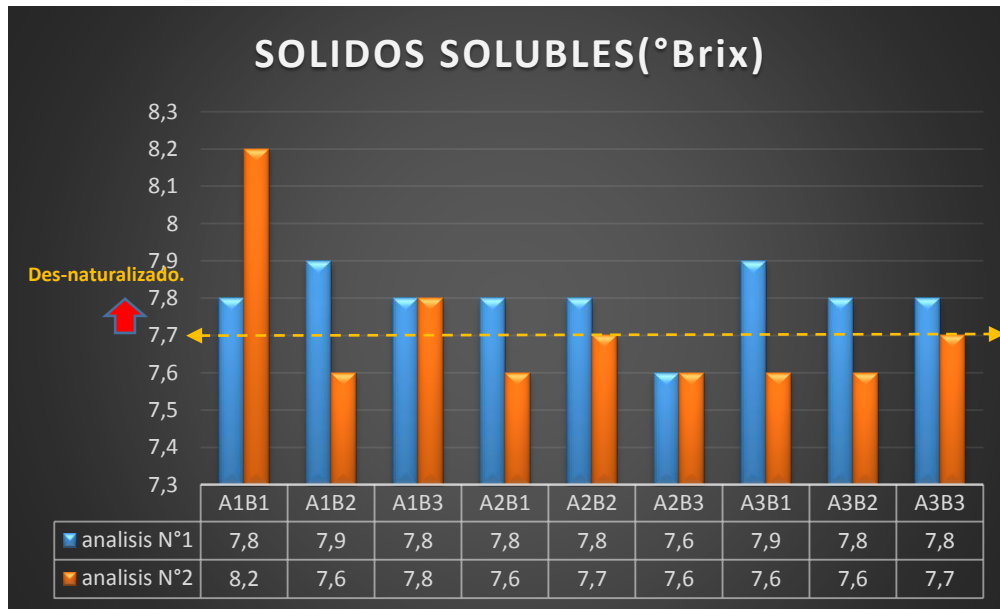
El tratamiento A3B1 obtuvo un Brix inicial de 7,9 en el análisis N°1, con una disminución de 0,3; llegando al análisis N°2 con un pH final de 7,6. Mientras que el tratamiento A3B2 registró un Brix inicial de 7,8 en el análisis N°1; teniendo una disminución de 0,2; resultando en el análisis N°2 con un pH final de 7,6. Así también el tratamiento A3B3 alcanzo un Brix inicial de 7,8 en el análisis N°1, obteniendo una disminución de 0,1; reflejado en el análisis N°2 con un pH final de 7,7.

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura (Camacho, 2002).

(Puente H, 2006), muestra los Sólidos solubles del jugo de limón, extraído en tres estados de madurez (°Brix). La presencia de sólidos solubles en el jugo de limón en estado verde fue 7.56° Brix, en estado pintón 7.61° Brix y en estado maduro 7.72° Brix.

De acuerdo al estudio realizado referente al contenido de Brix en el zumo de limón en sus tres estados: verde, pintón y maduro; se puede observar que cuando existe un incremento en los niveles de Brix, esto es un indicador de una pérdida de naturalidad del jugo (zumo) del fruto. Dando como referencia un Brix de 7,63. Niveles superiores a este rango, indican que el producto en cuestión (zumo) está sufriendo una des-naturalización.

**Grafica N°3:** Resultados de análisis físico químico; parámetro de Brix



**Fuente:** Elaboración propia

Entonces basado en los resultados de los análisis de laboratorio, podemos probar que el único tratamiento que sufrió una desnaturalización fue (A1B1) con temperatura de 80 °C y 10 minutos de pasteurización; puesto que produjo un incremento en los niveles de grados Brix. Los demás tratamientos se consideran naturales puesto que disminuyeron y en algunos casos mantuvieron sus niveles de grados Brix.

Desde otro punto de vista la normatividad internacional establece que el jugo de limón procesado, deben contener al menos el 8.0 % de sólidos de la fruta correspondiente (o sea, 8.0 grados Brix); mientras que los jugos de naranja, manzana y toronja deben contener al menos el 10%; y para el jugo de uva el mínimo es de 16 grados Brix. Según (Rodríguez, 2006).

De acuerdo a la norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas, indica que para los zumos (jugos) de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del zumo (jugo) exprimido de la fruta y el contenido de sólidos solubles del zumo (jugo) de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de zumo (jugo) (CODEX STAN 247-2005).

## 4.2 ANÁLISIS SENSORIAL.

### 4.2.1 ¿El color del jugo de la presente muestra, corresponde a un verde limón natural?

**Cuadro N° 8:** Frecuencias sensoriales de color del jugo de limón

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	2	12,5	1	6,25	3	18,75
4	Bastante	3	18,75	4	25	6	37,5
3	Moderado	8	50	7	43,75	5	31,25
2	Ligero	1	6,25	3	18,75	1	6,25
1	Ninguna de las opciones	2	12,5	1	6,25	1	6,25
$\Sigma$		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Mucho	0	0	1	6,25	0	0
4	Bastante	1	6,25	4	25	2	12,5
3	Moderado	10	62,5	7	43,75	7	43,75
2	Ligero	3	18,75	2	12,5	3	18,75
1	Ninguna de las opciones	2	12,5	2	12,5	4	25
$\Sigma$		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	1	6,25	2	12,5	1	6,25
4	Bastante	3	18,75	2	12,5	5	31,25
3	Moderado	8	50	8	50	7	43,75
2	Ligero	2	12,5	2	12,5	0	0
1	Ninguna de las opciones	2	12,5	2	12,5	3	18,75
$\Sigma$		16	100	16	100	16	100

**Fi**= frecuencia absoluta; **F (%)**= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En cuanto al color del jugo de limón, se puede apreciar claramente que en el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala moderado con el 50%; seguida por el 18 % que eligió la escala de bastante; el 12,50 % se inclinó por la escala de mucho y con un mismo porcentaje pensaron apropiada la escala de ninguna de las opciones; y finalmente la escala de ligero fue la que obtuvo el menor valor con solo el 6,25%. En tanto que en el tratamiento **A1B2** calificaron

la escala de moderado con un 43,75%; seguida por el 25 % que calificó de bastante; el 18,75% consideró que era ligero; y al final coinciden las escalas de mucho y ninguna de las opciones con un valor de 6,25%.

Mientras que en el tratamiento **A1B3** se produjo un 37,50% de apreciación en la escala de bastante; seguida de la escala de moderado con el 31,25%; y concluye concordando en el valor las escalas de ligero y ninguna de las opciones con el 6,25%. Con respecto al tratamiento **A2B1** la mayor proporción corresponde a la escala de moderado con un 62,25%; continua el 18,75% que se inclinó por la escala de ligero; el 12,50% por la escala de ninguna de las opciones; y solo el 6,25% por la escala de bastante. En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de moderado con un 43,75%; pero seguida por la escala de bastante con un 25%; coincide el valor, en las escalas de ligero y ninguna de las opciones con un 12,50%; y finalmente 6,25% de apreciación por la escala de mucho.

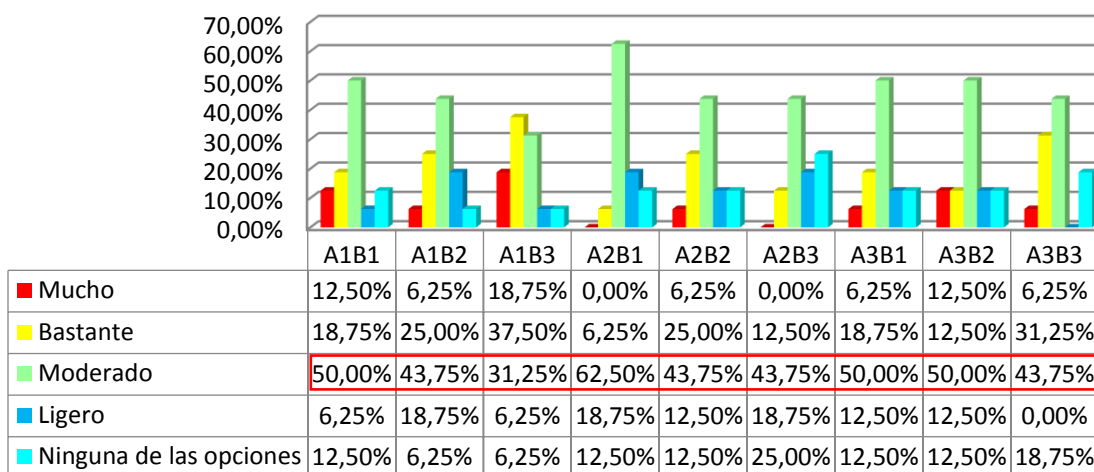
Para el tratamiento **A2B3**, al igual que el anterior, la escala de moderado registró un 43,75% pero continúa la escala de ninguna de las opciones con un 25%; seguida de 18,75% por ligero y finaliza la opción de bastante con un 12,50%. Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede apreciar que el 50% escogió la escala de moderado; el 18,75% considero que era bastante; el 12,50% se inclinó por la escala de ligero y con un mismo porcentaje la escala de ninguna de las opciones; terminando con el 6,25% de elección hacia la escala de mucho.

Con respecto al tratamiento **A3B2**, concuerda a lo antepuesto, con un 50% en la escala de moderado; pero presenta un 12,50% de calificación en todas las demás escalas. Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala de moderado con un 43,75%; seguido por la escala de bastante con el 31,25%; continuando con el 18,75% por la escala de ninguna de las opciones anteriores; y solo un 6,25% de mucho.

De acuerdo a la norma (internacional) general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas deberán tener el color característico del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden (CODEX STAN 247-2005). Concuerda la norma boliviana IBNORCA, la cual indica que el Color de los jugos de fruta deberá tener el brillante característico, semejante al del zumo recién obtenido de la fruta madura (N.B. 236 -1978).

**Grafica N°4:** Frecuencia porcentual sensorial de color del jugo de limón

**El color del jugo de la presente muestra, corresponde a un verde limón natural?**



**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N°1 con respecto al color, se puede observar que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de, moderado, el tratamiento A2B1 fue el que obtuvo el mayor porcentaje con un 62,50 %; seguida por los tratamientos (A1B1 A3B1 y A3B2) con el 50 % individualmente; continúa el 43,75 % para cada uno de los tratamientos (A1B2, A2B2, A2B3 y A3B3); y finalmente el tratamiento A1B3 fue el que obtuvo el menor valor con un 31,25 %.

En el caso de la escala de, bastante, el tratamiento A1B3 obtuvo el 37,5 %; seguido por el tratamiento A3B3 con un 31,25 %; coincide en los porcentajes los tratamientos (A1B2 - A2B2) con un 25% de apreciación y los demás tratamientos produjeron valores inferiores al 20 %. Mientras que para la escala de, ninguna de las opciones, el tratamiento A2B3, fue el que obtuvo mayor calificación con un 25 %; continúan valores inferiores al 20%, en los tratamientos restantes.

En tanto que la escala de, ligero, los tratamientos (A1B2, A2B1 y A2B3) alcanzaron valores de 18,75 %; prosiguen los tratamientos (A2B2, A3B1 Y A3B2) con un 12,5 % de apreciación; los demás tratamientos registraron valores menores al 10 %. Verificando la escala de, mucho tenemos al tratamiento A1B3 encabezando con el 18,75 %; seguida de los tratamientos (A1B1 y A3B2), con un 12,50 %; continua valores inferiores al 10 % en los demás tratamientos.



#### 4.2.2 ¿El olor del jugo de la presente muestra, corresponde a un limón natural?

**Cuadro N° 9:** Frecuencias sensoriales del olor del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	1	6,25	1	6,25	0	0
4	Bastante	2	12,5	2	12,5	3	18,75
3	Moderado	6	<b>37,5</b>	9	<b>56,25</b>	10	<b>62,5</b>
2	Ligero	2	12,5	3	18,75	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	5	31,25	1	6,25	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Mucho	0	0	1	6,25	0	0
4	Bastante	0	0	2	12,5	2	12,5
3	Moderado	5	31,25	8	<b>50</b>	10	<b>62,5</b>
2	Ligero	6	<b>37,5</b>	3	18,75	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	5	31,25	2	12,5	2	12,5
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	1	6,25
4	Bastante	0	0	2	12,5	2	12,5
3	Moderado	10	<b>62,5</b>	6	<b>37,5</b>	8	<b>50</b>
2	Ligero	2	12,5	5	31,25	4	25
1	Ninguna de las opciones	4	25	3	18,75	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

**Fi**= frecuencia absoluta; **F (%)**= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto al olor del jugo de limón, se puede apreciar claramente que en el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala moderado con el 37,5%; seguida por el 31,25 % que eligió la escala de ninguna de las opciones; el 12,5 % se inclinó por la escala de bastante; con un mismo porcentaje consideraron apropiada la escala de ligero y finalmente la escala de mucho fue la que obtuvo el menor valor con solo el 6,25%.

En tanto que en el tratamiento **A1B2** calificaron la escala de moderado con un 56,25%; seguida por el 18,75 % que calificó de ligero; el 12,5% considero que era bastante; y finalmente coinciden las escalas de mucho y ninguna de las opciones con un valor de 6,25%. Mientras que en el tratamiento **A1B3** se produjo un 62,5% de apreciación en la escala de moderado; seguida de la escala de bastante con el 18,75%; el 12,5% por la escala de ligero y concluye en ninguna de la opciones con un valor de 6,25%.

Con respecto al tratamiento **A2B1**, la mayor proporción corresponde a la escala de ligero con una 37,5%; coincide, el valor, en las escalas de moderado y ninguna de las opciones con un 31,25%. En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de moderado con un 50%; pero continua el 18,75% que se inclinó por la escala de ligero; el 12,50% por la escala de bastante, con el mismo porcentaje consideraron apropiada la escala ninguna de las opciones y solo el 6,25% por la escala de mucho.

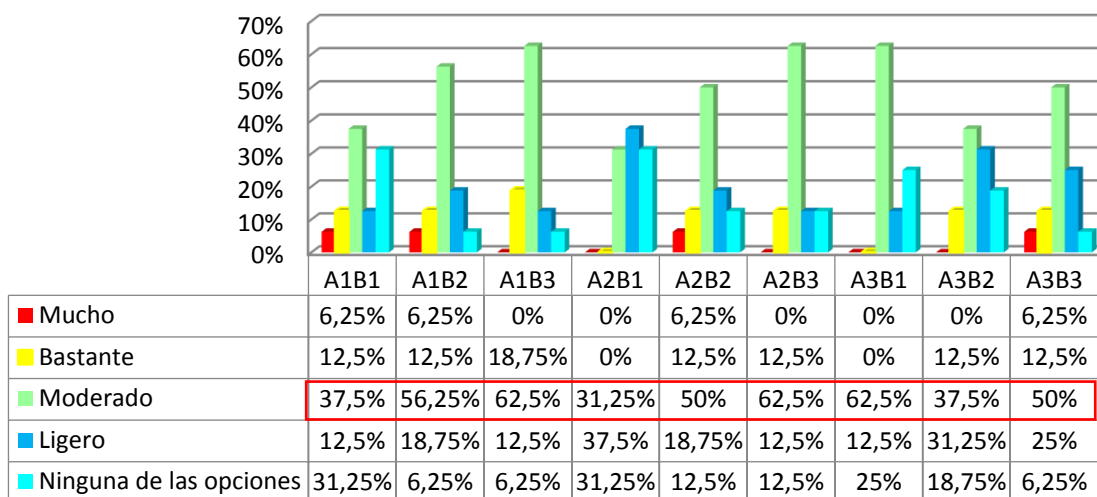
Para el tratamiento **A2B3**, difiere de la anterior, en la escala de moderado registrando un 62,5% pero presenta un 12,50% de calificación en cada una de las escalas de bastante, ligero y ninguna de las opciones. Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede apreciar que el 62,5% escogió la escala de moderado; el 25% considero que era ninguna de las opciones; y solo el 12,5% se inclinó por la escala de ligero.

Con respecto al tratamiento **A3B2**, no concuerda a lo antepuesto, con un 37,5% en la escala de moderado; pero continúa la escala de ligero con un 31,25%; seguida de 18,75% por ninguna de la opciones; y finaliza la elección de bastante con un 12,5%. Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala de moderado con un 50%; seguido por la escala de ligero con el 25% continuando con el 12,5% por la escala de bastante; solo un 6,25% en de escala de mucho y el mismo resultado en la escala ninguna de las opciones.

De acuerdo a la norma (internacional) general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas deberán tener el aroma característico del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden (CODEX STAN 247-2005). Concuerda la norma boliviana IBNORCA, la cual indica que el aroma de los jugos de fruta puede ser distinto, pero semejante al del zumo recién obtenido de la fruta madura (N.B. 236 -1978).

**Gráfica N°5:** Frecuencia porcentual sensorial del olor del jugo de limón

**¿El olor del jugo de la presente muestra, corresponde a un limón natural?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°2 con respecto al olor, se puede observar que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de, moderado, los tratamientos (A1B3, A2B3, A3B1) fueron los que obtuvieron el mayor porcentaje con un 62,5 %; continua el tratamiento A1B2 con un 56,25 %; seguida por los tratamientos (A2B2 y A3B3) con el 50 % individualmente; el 37,5 % por los tratamientos (A1B1 y A3B2); y finalmente el tratamiento A2B1 fue el que obtuvo el menor valor con un 31,25 %.

Observando la escala de, ligero, el tratamiento A2B1 obtuvo el 37,5 %; seguido por el tratamiento A3B2 con un 31,25 %; el tratamiento A3B3 alcanzo el 25 %; los demás tratamientos registraron valores por debajo del 20%. Mientras que para la escala de, ninguna de las opciones coinciden los porcentajes en los tratamientos (A1B1 y A2B1) con un 31,25 % de apreciación seguida del tratamiento A3B1 que obtuvo el 25 % y los tratamientos restantes produjeron valores inferiores al 20 %.

En el caso de la escala de, bastante, el tratamiento A1B3, fue el que obtuvo mayor calificación con un 18,75 %; continúa valores inferiores al 15 %, en los tratamientos restantes. Verificando la escala de, mucho, podemos evidenciar que solo cuatro tratamientos (A1B1, A1B2, A2B2 y A3B3) registraron valores de 6,25 %; los tratamientos restantes no fueron tomados en cuenta en el momento de apreciación.

#### 4.2.3 ¿El sabor del jugo de la presente muestra, corresponde a un limón natural?

**Cuadro N° 10:** Frecuencias sensoriales de sabor del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	3	18,75	1	6,25	3	18,75
4	Bastante	3	18,75	7	<b>43,75</b>	7	<b>43,75</b>
3	Moderado	7	<b>43,75</b>	5	31,25	4	25
2	Ligero	2	12,5	3	18,75	0	0
1	Ninguna de las opciones	1	6,25	0	0	2	12,5
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Mucho	2	12,5	1	6,25	4	25
4	Bastante	2	12,5	5	<b>31,25</b>	5	<b>31,25</b>
3	Moderado	6	<b>37,5</b>	5	<b>31,25</b>	4	25
2	Ligero	4	25	4	25	1	6,25
1	Ninguna de las opciones	2	12,5	1	6,25	2	12,5
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	2	12,5	1	6,25	2	12,5
4	Bastante	4	25	3	18,75	7	<b>43,75</b>
3	Moderado	6	<b>37,5</b>	9	<b>56,25</b>	4	25
2	Ligero	3	18,75	2	12,5	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	1	6,25	1	6,25	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Fi= frecuencia absoluta; F (%)= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto al sabor del jugo de limón, se puede evaluar visiblemente que en el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala moderado con el 43,75 %; seguida por el 18 % que eligió la escala de mucho y con un mismo porcentaje consideraron apropiada la escala de bastante; el 12,50 % se inclinó por la escala de ligero y finalmente la escala de ninguna de las opciones fue la que obtuvo el menor valor con solo el 6,25%.

En tanto que en el tratamiento **A1B2**, calificaron la escala de bastante con un 43,75 %; seguida por el 31,75 % que calificó la muestra de moderado; el 18,75% considero que era ligero, y

finalmente la escala de mucho con un valor de 6,25%. Con respecto al tratamiento **A1B3** coincide a la anterior, puesto que la mayor proporción corresponde a la escala de bastante con un 43,75%; pero continua el 25% que se inclinó por la escala de moderado; el 18,25% por la escala de mucho y solo el 12,5% por la escala de ninguna de las opciones.

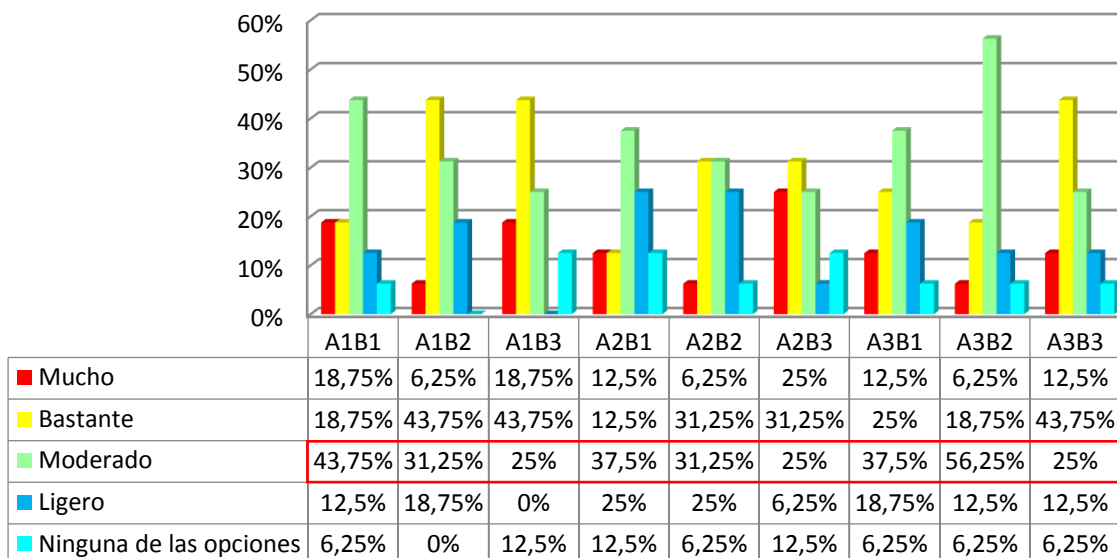
Mientras que en el tratamiento **A2B1**, se produjo un 37,5 % de apreciación en la escala de moderado; seguida de la escala de ligero con el 31,25 % y concluye concordando en el valor las escalas de mucho, bastante y ninguna de la opciones con el 12,5 %. En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de moderado con un 31,25% y con el mismo porcentaje de apreciación en la escala de bastante; pero seguida por la escala de ligero con un 25% finalmente coincide, el valor, en las escalas de mucho y ninguna de las opciones con un 6,25%.

Para el tratamiento **A2B3**, al igual que el anterior, la escala de bastante registró un 31,25 % pero continúa la opción de mucho con un 25 % con este mismo valor la opción de moderado; seguida del 12,5 % por la escala de ninguna de las opciones y finaliza con la escala de ligero con un 12,5 %. Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede observar que el 37,5 % de apreciación escogió la escala de moderado; seguida del 25 % que considero que era bastante; el 18,75% se inclinó por la escala de ligero; un 12,5 % eligió la opción de mucho; terminando con el 6,25% de elección hacia la escala de ninguna de las opciones.

Con respecto al tratamiento **A3B2**, nos indica que la mayor valoración corresponde a la escala de moderado con un 56,25 %; presenta también el 18,75 % de apreciación en bastante; seguida de un 12,50% de calificación en la escala de ninguna de las opciones y concuerda el porcentaje en las escalas de mucho y ninguna de las opciones con un 6,25%. Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala de bastante con un 43,75 %; seguida por la escala de moderado con el 25 %; continua con el 12,5 % por la escala de mucho, con el mismo valor en ligero y finaliza solo con un 6,25% la escala de ninguna de las opciones.

De acuerdo a la norma (internacional) general del Codex alimentario, para zumos (jugos) y néctares de frutas, estas deberán tener el sabor característico del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden (CODEX STAN 247-2005). Concuerda la norma boliviana IBNORCA, la cual indica que el sabor de los jugos de fruta puede ser distinto, pero semejante al del zumo recién obtenido de la fruta madura (N.B. 236 -1978).

**Gráfica N°6:** Frecuencia porcentual sensorial de sabor del jugo de limón puro  
**¿El sabor del jugo de la presente muestra, corresponde a un limón natural?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°3 con respecto al sabor, se puede observar que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de, moderado, el tratamiento A3B2 fue el que obtuvo el mayor porcentaje con un 56,25 %; continua el 43,75 % para el tratamiento A1B1; seguida por los tratamientos (A2B1 y A3B1) con el 37,5 % individualmente; y finaliza con el 25 % para cada uno de los tratamientos (A1B3, A2B3 y A3B3).

En el caso de la escala de, bastante, coinciden los porcentajes para los tratamientos (A1B2 y A1B3 y A3B3) con un 43,75 % de apreciación; seguido por los tratamientos (A2B2 y A2B3) con el 31,25 %; el 25 % para el tratamiento A3B1; y los demás tratamientos produjeron valores inferiores al 20 %. En tanto que la escala de, ligero, los tratamientos (A2B1 y A2B2) alcanzaron valores de 25 %; prosiguen los tratamientos (A1B2 y A3B1) con un 18,75 % de apreciación los demás tratamientos registraron valores menores al 15 %.

Mientras que para la escala de, mucho, el tratamiento A2B3, fue el que obtuvo mayor calificación con un 25 %; continúa los tratamientos (A1B1 y A1B3) llegando al 18,75 %; y termina con valores mínimos al 15 %, en los tratamientos restantes. Verificando la escala de ninguna de las opciones, presenta solo dos valores, el primero de 12,5 % para los tratamientos (A1B3, A2B1 y A2B3); y el segundo con 6,25 % para los tratamientos (A1B1, A2B2, A3B1 A3B2 y A3B3); y sin % de apreciación quedó el tratamiento A1B2.

#### 4.2.4 ¿En cuanto al dulzor del jugo de limón, dirías que es?

**Cuadro N° 11:** Frecuencias sensoriales de dulzor del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Muy dulce	0	0	0	0	0	0
4	Moderadamente dulce	0	0	1	6,25	2	12,5
3	Agradable al paladar	3	18,75	5	31,25	4	25
2	Poco dulce	3	18,75	3	18,75	4	25
1	No se siente el dulce	10	<b>62,5</b>	7	<b>43,75</b>	6	<b>37,5</b>
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Muy dulce	0	0	0	0	0	0
4	Moderadamente dulce	0	0	2	12,5	3	18,75
3	Agradable al paladar	1	6,25	3	18,75	1	6,25
2	Poco dulce	5	31,25	4	25	5	31,25
1	No se siente el dulce	10	<b>62,5</b>	7	<b>43,75</b>	7	<b>43,75</b>
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Muy dulce	0	0	0	0	0	0
4	Moderadamente dulce	1	6,25	1	6,25	1	6,25
3	Agradable al paladar	4	25	3	18,75	4	25
2	Poco dulce	1	6,25	5	31,25	4	25
1	No se siente el dulce	10	<b>62,5</b>	7	<b>43,75</b>	7	<b>43,75</b>
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

**Fi**= frecuencia absoluta; **F (%)**= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto al dulzor del jugo de limón, se puede analizar claramente que en el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala, no se siente el dulce, con el 62,5 % de apreciación seguida por el 18,75 % que eligió la escala de agradable al paladar y finalmente, con un mismo porcentaje al anterior, consideraron apropiada la escala de poco dulce.

En tanto que, en el tratamiento **A1B2** calificaron la escala, No se siente el dulce, con un 43,75 % continúa el 31,25 % que calificó de agradable al paladar; y finalmente la escala de poco dulce fue la que obtuvo el menor valor con solo el 18,75%. Con respecto al tratamiento **A1B3**, la

mayor proporción corresponde a la escala, no se siente el dulce, con un 37,5 %; continua el 12,50% que se inclinó por la escala de, agradable al paladar; y con el mismo porcentaje de apreciación la opción de poco dulce; y solo el 12,50% por la escala de moderadamente dulce.

Mientras que el tratamiento **A2B1** produjo un 62,5 % de apreciación en la escala, no se siente el dulce; seguida de la opción, poco dulce, con el 31,25%; y concluye con la escala de agradable al paladar con un 6,25 %. En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de no se siente el dulce con un 43,75 %; pero seguida por la escala, poco dulce, con un 25%; el 18,75 % considero que fue agradable al paladar y finalmente el 12,5 % por la escala de moderadamente dulce.

Para el tratamiento **A2B3**, al igual que el anterior, la escala de no se siente el dulce, registró un 43,75 %; pero continúa la escala, poco dulce, con un 31,25 %; seguida de 18,75 % por moderadamente dulce; y finaliza la opción de bastante con un 6,25 %. Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede apreciar que el 62,5% escogió la escala, no se siente el dulce continuo el 25% considero que era agradable al paladar; el 6,25% se inclinó por la opción moderadamente dulce y termina con un mismo porcentaje la escala de poco dulce.

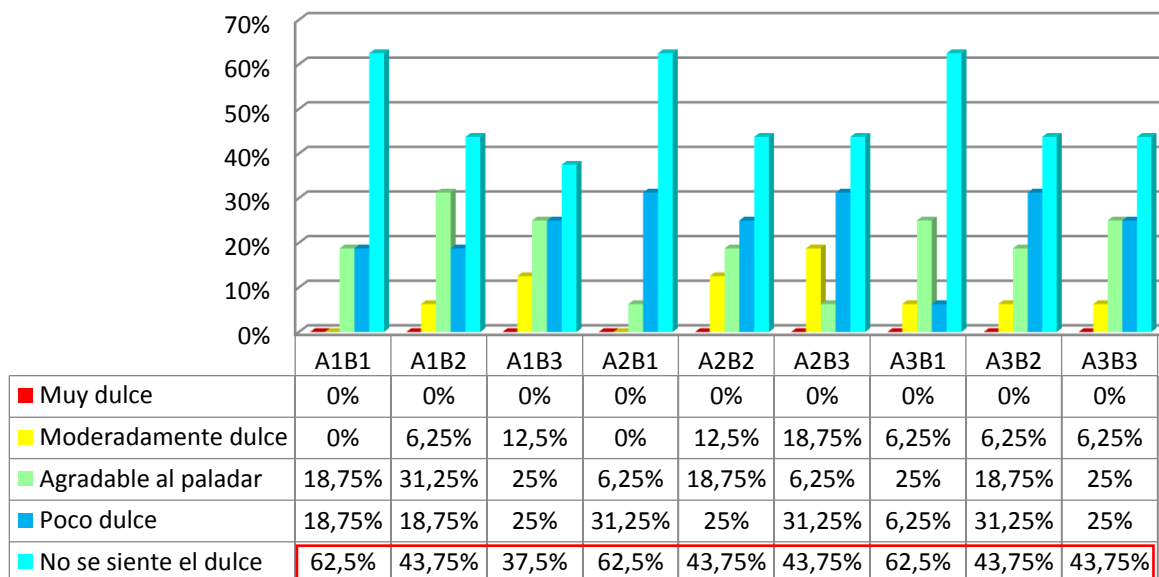
Con respecto al tratamiento **A3B2**, nos muestra que el 43,75 % de preferencia fue para la escala no se siente el dulce; seguida por un poco dulce con un 31,25 %; el 18,75 % para la opción agradable al paladar y concluye con la escala de moderadamente dulce con el 6,25 %. Por último, el tratamiento **A3B3**, coincide a la anterior, fijando mayor a la escala, no se siente el dulce, con un 43,75 %; seguido por la escala de agradable al paladar con el 25 %, con el mismo porcentaje de apreciación a la escala de poco dulce y finalmente solo un 6,25% como moderadamente dulce.

Estos resultados sensoriales nos muestran que las apreciaciones en la mayoría de los tratamientos fueron negativas, las cuales se interpretan de forma positiva (bueno) ya que el jugo de limón natural, carece de un dulzor elevado. Lo cual concuerda con nuestros resultados obtenidos del análisis de grados Brix (Ver Cuadro N°0), que midió la cantidad de sólidos solubles presentes en el jugo, expresados en porcentaje de sacarosa; indicando niveles acordes al de un limón recién exprimido. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta.



**Grafica N°7:** Frecuencia porcentual sensorial de Dulzor del jugo de limón puro

**¿En cuanto al dulzor del jugo de limón, dirías que es?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°4 con respecto al gusto del dulzor, se puede observar que los catadores no entrenados, tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de no se siente el dulzor, los tratamientos (A1B1, A2B1 y A3B1) presentan el mayor valor con un 62,5 %; seguida por los tratamientos (A1B2, A2B2, A2B3, A3B2 y A3B3) con el 43,75 % individualmente; y finalmente el tratamiento A1B3 fue el que obtuvo el menor valor con un 37,5 %. En tanto que en la escala, poco dulce, los tratamientos (A2B1, A2B3 y A3B2) alcanzaron valores de 31,25 %; prosiguen los tratamientos (A1B2, A2B2 y A3B3) con un 25 % de apreciación; los demás tratamientos registraron valores menores al 20%.

En el caso de la escala de, agradable al paladar, el tratamiento A1B2 obtuvo el 31,25 %; seguido por los tratamientos (A1B3, A3B1 y A3B3) con un 25 %; coinciden los porcentajes los tratamientos (A1B1, A2B2 y A3B2) con un 18,75 % de apreciación y los demás tratamientos produjeron valores inferiores al 10 %. Mientras que para la escala de, moderadamente dulce, el tratamiento A2B3, fue el que obtuvo mayor calificación con un 18,75 %; seguida por el 12,5 % para los tratamientos (A1B3 Y A2B2); continúan valores inferiores al 10%, en los tratamientos restantes. Finalmente observamos que la escala de, muy dulce, no fue calificada en el momento de apreciación, en ninguno de los tratamiento.

#### 4.2.5 ¿En cuanto a la acidez del jugo de limón, dirías que es?

**Cuadro N° 12:** Frecuencias sensoriales de Acides del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Muy acido	5	31,25	5	31,25	5	31,25
4	Moderadamente acido	8	<b>50</b>	8	<b>50</b>	6	<b>37,5</b>
3	Agradable al paladar	2	12,5	2	12,5	4	25
2	Poco acido	1	6,25	1	6,25	1	6,25
1	No se siente la acidez	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Muy acido	12	<b>75</b>	8	<b>50</b>	7	<b>43,75</b>
4	Moderadamente acido	4	25	4	25	6	37,5
3	Agradable al paladar	0	0	2	12,5	2	12,5
2	Poco acido	0	0	2	12,5	1	6,25
1	No se siente la acidez	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Muy acido	7	<b>43,75</b>	7	<b>43,75</b>	8	<b>50</b>
4	Moderadamente acido	7	<b>43,75</b>	6	37,5	6	37,5
3	Agradable al paladar	1	6,25	1	6,25	1	6,25
2	Poco acido	1	6,25	2	12,5	1	6,25
1	No se siente la acidez	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Fi= frecuencia absoluta; F (%)= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto a la acidez del jugo de limón, se puede apreciar claramente que en el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala, moderadamente acido, con el 50 %; seguida por el 31,25 % que eligió la opción de muy ácido, el 12,5 % se inclinó por la escala de agradable al paladar y finalmente la escala de poco ácida fue la que obtuvo el menor valor con solo el 6,25%. En tanto que en el tratamiento **A1B2**, coinciden totalmente todos los porcentajes en cada una las escalas descritas anteriormente. Mientras que en el tratamiento **A1B3** se produjo un 37,5 % de apreciación en la escala, moderadamente ácido; seguida de la opción de muy ácido con el

31,25%; el 25 % considero que era agradable al paladar; concluye la escala, poco ácido, con un valor de 6,25 %. Con respecto al tratamiento **A2B1**, la mayor proporción corresponde a la escala de muy ácido con una 50 %; y continúa el 25% que se inclinó por la escala de moderadamente ácido.

En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de muy ácido con un 50 % seguida por, moderadamente ácido, con un 25 % y finalmente coinciden en las escalas, agradable al paladar y poco ácido, con un 12,5 % respectivamente. Para el tratamiento **A2B3** la escala de muy ácido registró un 43,75 %; seguida de moderadamente ácido con un 37,5 % continua el 12,5 % por agradable al paladar; y finaliza la opción de poco ácido con un 6,25 %. Mientras que en el tratamiento **A3B1**, calificaron la escala de muy ácido con un 43,75%; y con el mismo porcentaje de apreciación para la opción de moderadamente ácido; concuerdan las escalas, agradable al paladar y poco ácido, con el 6,25% individualmente.

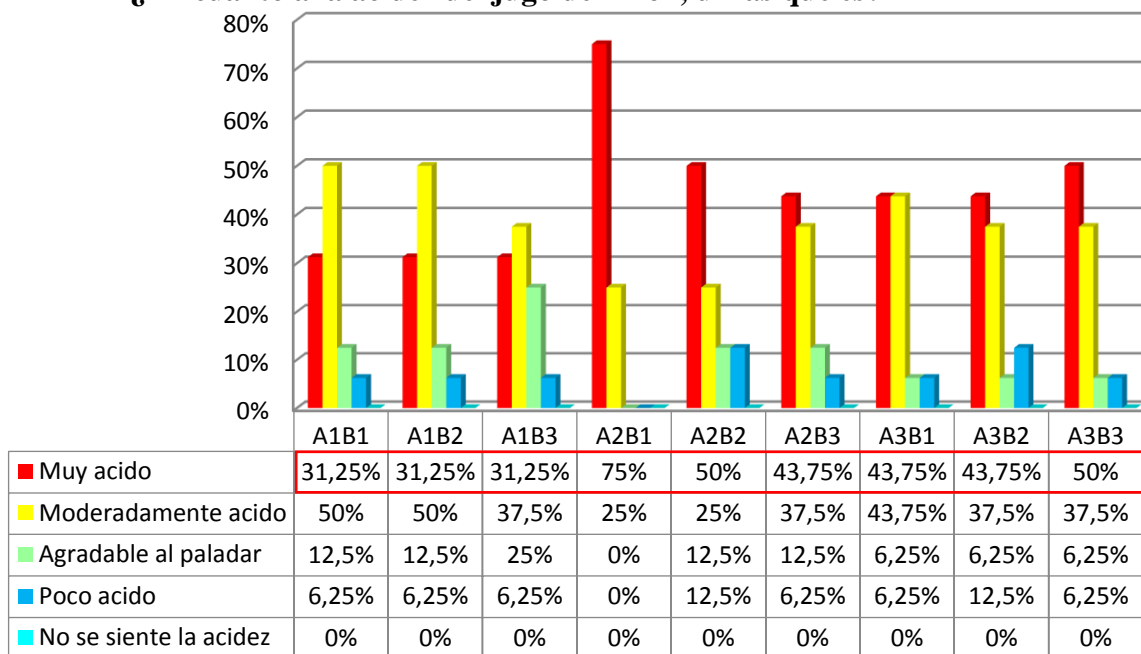
Con respecto al tratamiento **A3B2**, se puede apreciar que el 43,75 % de apreciación escogió la escala de muy ácido; continúa el 37,5 % que considero como moderadamente ácido; el 12,5 % se inclinó por la escala de poco ácido; y termina con el 6,25 % de elección hacia la escala agradable al paladar. Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala, muy ácido, con un 43,75%; seguido por la escala de moderadamente ácido con el 37,5 %; continuando con el 6,25% por la escala de agradable al paladar y con el mismo porcentaje de apreciación la escala de poco ácido.

Estos resultados sensoriales nos muestra que las apreciaciones, en la mayoría de los tratamientos fueron desde agradable, moderada a muy ácida, las cuales se interpretan de forma positiva (buena) ya que un jugo de limón natural, se caracteriza por sus elevados niveles de acidez. Concuerda con nuestros resultados obtenidos del análisis de grados de acidez (ver Cuadro N°5) que midió el contenido en ácidos libres (volúmenes), expresados en porcentaje de ácido predominante en el material (zumo); la cual indica niveles acordes al de un limón natural recién exprimido.

Según García, et al, (2003) los ácidos orgánicos son componentes importantes de los sólidos solubles de los zumos de los cítricos que en el caso de los limones y limas son los componentes más abundantes.

**Grafica N°8:** Frecuencia porcentual sensorial de Acides del jugo de limón puro

**¿En cuanto a la acidez del jugo de limón, dirías que es?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°5 con respecto a la acidez, se puede observar que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de, muy acido, el tratamiento A2B1 fue el que obtuvo el mayor porcentaje con un 75 %; seguida por los tratamientos (A2B2 y A3B3) con el 50 % individualmente; continua el 43,75 % por los tratamientos (A2B3, A3B1, A3B2) y finalmente los tratamiento (A1B1, A1B2 Y A1B3) fueron los que obtuvieron el menor valor con un 31,25 %. En el caso de la escala de, moderadamente ácido, los tratamientos (A1B1 y A1B2) obtuvieron el 50 %; seguido por el tratamiento A3B1 con un 43,75 %; coinciden los porcentajes los tratamientos (A1B3, A2B3, A3B2 y A3B3) con un 37,5 % de apreciación y finalmente el 25 % en los tratamientos (A2B1 Y A2B2) de apreciación.

Mientras que para la escala de, agradable al paladar, el tratamiento A1B3, fue el que obtuvo mayor calificación con un 25 %; continúan valores inferiores al 15 %, en los tratamientos restantes. En tanto que la escala de, poco acido, los tratamientos (A2B2 y A3B2) alcanzaron valores de 12,5 %; los demás tratamientos registraron valores menores al 10 %. Pero Verificando la escala de, no se siente la acidez, fue la única que no obtuvo ningún porcentaje al momento de su apreciación.

#### 4.2.6 ¿Qué tanto te gusto (aceptable) el jugo de limón puro, que acabas de probar?

**Cuadro N° 13:** Frecuencias sensoriales de Aceptabilidad del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Me gusta mucho	5	31,25	6	37,5	7	43,75
4	Me gusta poco	8	<b>50</b>	7	<b>43,75</b>	8	<b>50</b>
3	Ni me gusto, ni me disgusto	2	12,5	2	12,5	0	0
2	Me disgusto poco	0	0	0	0	0	0
1	No me gusto	1	6,25	1	6,25	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Me gusta mucho	3	18,75	4	25	7	<b>43,75</b>
4	Me gusta poco	7	<b>43,75</b>	9	<b>56,25</b>	5	31,25
3	Ni me gusto, ni me disgusto	3	18,75	1	6,25	2	12,5
2	Me disgusto poco	0	0	0	0	0	0
1	No me gusto	3	18,75	2	12,5	2	12,5
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Me gusta mucho	6	<b>37,5</b>	3	18,75	7	<b>43,75</b>
4	Me gusta poco	5	31,25	10	<b>62,5</b>	6	37,5
3	Ni me gusto, ni me disgusto	2	12,5	1	6,25	2	12,5
2	Me disgusto poco	1	6,25	1	6,25	0	0
1	No me gusto	2	12,5	1	6,25	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

**Fi=** frecuencia absoluta; **F (%)=** frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto al gusto del jugo de limón, comenzando con el tratamiento **A1B1** el mayor valor corresponde a la escala, me gusta poco, con el 50 %; seguida por el 31,25 % que eligió la escala de, me gusta mucho; el 12,5 % se inclinó por la opción de ni me gusto, ni me disgusto; y finalmente la escala, no me gustó, fue la que obtuvo el menor valor con solo el 6,25%. En tanto que en el tratamiento **A1B2** calificaron la escala de, me gusta poco, con un 43,75 %; seguida por el 37,5 % que calificó de, me gusta mucho; el 12,5 % considero que ni le gusto, ni le disgusto; y finalmente la escala de, no me gusto, obtuvo un 6,25% de apreciación.

Mientras que, en el tratamiento **A1B3** se produjo un 50 % de apreciación en la escala de, me gusta poco; seguida de la opción, me gusta mucho, con el 43,75 %; y concluye en la escala de no me gusto, con el 6,25 %. Con respecto al tratamiento **A2B1**, la mayor proporción corresponde a la escala de gusta mucho con un 43,75 %; seguida por el 18,75 % que se inclinó por, me gusta poco; y con el mismo porcentaje de apreciación en las escalas: ni me gusto, ni me disgusto, y la opción de, no me gusto, respectivamente.

En el caso del tratamiento **A2B2**, difiere de la anterior, en la escala de, me gusta poco, con un 56,25 %; pero seguida por la escala de, me gusta mucho, con un 25%; solo el 12,5 % afirmó que no le gusto; y finalmente el 6,25% apreciaron que, ni me gustó, ni me disgustó. Para el tratamiento **A2B3** la escala de, me gusta mucho, registró un 43,75 %; continúa la escala de, me gusta poco, con un 31,25 %; seguida por el 12,5 % en la opción de, ni me gustó, ni me disgustó y con el mismo porcentaje de apreciación en la escala de, no me gustó.

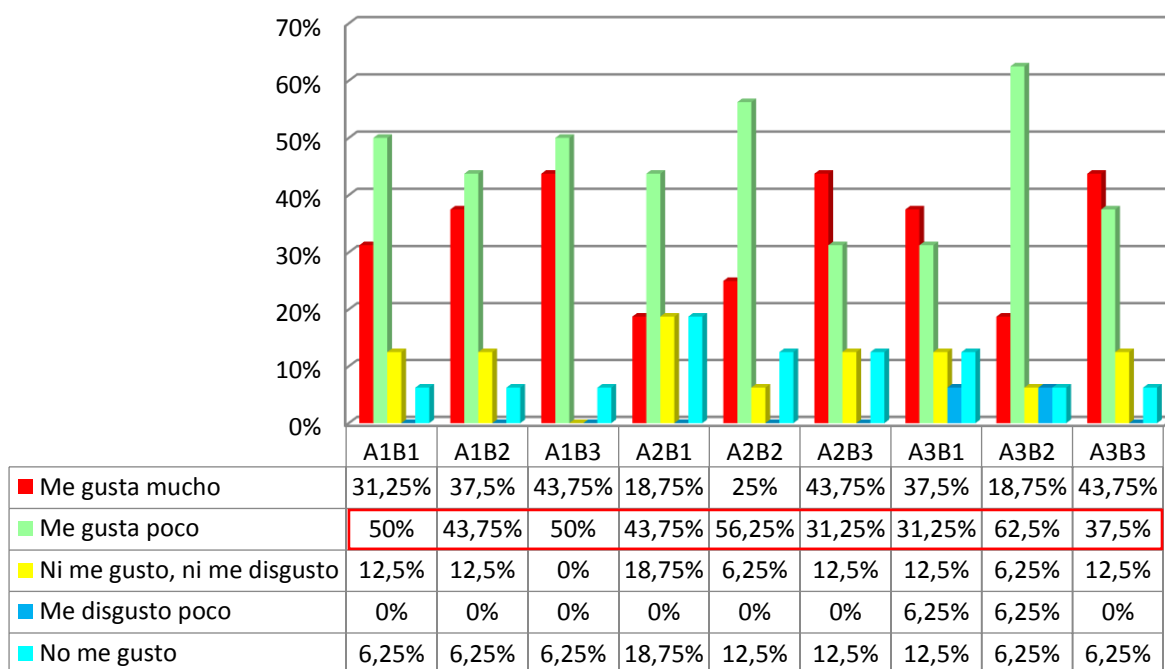
Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede observar que el 37,5 % de apreciación escogió la escala de, me gusta mucho; el 31,25 % consideró que me gusta poco; un 12,5 % se inclinó por la escala de, ni me gustó, ni me disgustó; y con un mismo porcentaje la escala de, no me gustó; terminando con el 6,25 % de elección hacia la escala de, me disgustó poco. Con respecto al tratamiento **A3B2**, presenta un 62,5 % en la escala, me gusta poco; seguida por la escala de me gusta mucho, con el 18,75 % y con un 6,25 % en las demás escalas respectivamente. Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala de, me gusta mucho, con un 43,75 %; seguido por la opción de, me gusta poco, con el 37,5 %; continuando con el 12,5 % por una apreciación de, ni me gustó, ni me disgustó; y finalmente un 6,25% para la escala, no me gustó.

Estos resultados sensoriales nos muestra que las apreciaciones, en la mayoría de los tratamientos están entre gustar poco y mucho, los cuales interpreta de forma positiva (buena) ya que los catadores aceptan el producto evaluado, como iguales al de un limón natural recién exprimido considerando de forma simultanea las distintas propiedades del jugo de limón (zumo) como ser: el color, el olor, el sabor, etc.

(Reglero, 2011) indica que el fin de los alimentos es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores.

**Grafica N°9:** Frecuencia porcentual sensorial de Aceptabilidad del jugo de limón puro

**¿Qué tanto te gusto el jugo de limón puro, que acabas de probar?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°6 con respecto al aceptabilidad, se puede observar que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de, me gusta poco, el tratamiento A3B2 fue el que obtuvo el mayor porcentaje con un 62,5 %; seguida por los tratamientos (A1B1, A1B3) con el 50 % individualmente; el 43,75 % para los tratamientos (A1B2 y A2B1); el tratamiento A3B3 obtuvo un 37,5 % y finalmente con el mismo porcentaje los tratamiento (A2B3 y A3B1) fue el que logró el menor valor con un 31,25 %.

En el caso de la opción, me gusta mucho, los tratamientos (A1B3, A2B3 y A3B3) obtuvieron el 43,75 %; seguido por los tratamientos (A1B2 y A3B1) con un 37,5 %; el 31,25 corresponde al tratamiento A1B1 y los demás tratamientos produjeron valores entre, el 25 % y un 18,75 %. Mientras que para la escala de, ni me gusto, ni me disgusto, el tratamiento A2B1, fue el que obtuvo mayor calificación con un 18,75 %; continúan valores inferiores al 15 %, en los tratamientos restantes.

Las demás escalas de (no me gusto; y me disgusto poco) obtuvieron apreciaciones porcentuales inferiores al 19 % en el momento de evaluación sensorial.

#### 4.2.7 ¿Cuál sería tu intención de comprar, este jugo de limón puro?

**Cuadro N° 14:** Frecuencias sensoriales de Intención de compra del jugo de limón puro

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A1B1		A1B2		A1B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Definitivo, si lo compraría	4	25	2	12,5	4	25
4	Probablemente, si lo compraría	7	<b>43,75</b>	9	<b>56,25</b>	11	<b>68,75</b>
3	Tal vez si, tal vez no compraría.	2	12,5	4	25	0	0
2	Probablemente, no lo compraría	3	18,75	1	6,25	1	6,25
1	Definitivo, no lo compraría	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A2B1		A2B2		A2B3	
		Fi	F %	Fi	Fi	F %	Fi
5	Definitivo, si lo compraría	2	12,5	2	12,5	4	25
4	Probablemente. Si lo compraría	5	<b>31,25</b>	8	<b>50</b>	8	<b>50</b>
3	Tal vez si, tal vez no compraría.	6	37,5	3	18,75	1	6,25
2	Probablemente, no lo compraría	2	12,5	3	18,75	2	12,5
1	Definitivo, no lo compraría	1	6,25	0	0	1	6,25
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		A3B1		A3B2		A3B3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Definitivo, si lo compraría	3	18,75	2	12,5	2	12,5
4	Probablemente. Si lo compraría	8	<b>50</b>	8	<b>50</b>	9	<b>56,25</b>
3	Tal vez si, tal vez no compraría.	3	18,75	3	18,75	4	25
2	Probablemente, no lo compraría	2	12,5	3	18,75	1	6,25
1	Definitivo, no lo compraría	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$		<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

**Fi**= frecuencia absoluta; **F (%)**= frecuencia relativa porcentual.

**Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto a la intención de comprar el jugo de limón, se puede apreciar que en el tratamiento **A1B1**, el mayor valor corresponde a la escala, probablemente si lo compraría, con el 43,75 % seguida por el 25 % que eligió que, definitivamente si compraría; solo el 18,75 % se inclinó por la escala, probablemente no compraría; y finalmente la escala de, tal vez sí, tal vez no lo compraría, fue la que obtuvo el menor valor con solo el 12,5 %. En tanto que en el tratamiento **A1B2** calificaron la escala de, probablemente si lo compraría, con un 56,25%; seguida por el 25 % que calificó, tal vez sí, tal vez no compraría; el 12,5 % consideró que, definitivamente sí lo compraría; y finalmente la escala de, probablemente no lo compraría con un valor de 6,25%.



Mientras que en el tratamiento **A1B3** se produjo un 68,75 % de apreciación en la escala de probablemente sí compraría; seguida de la opción, definitivamente sí compraría, con el 25 % y concluye en la escala de, probablemente no compraría, con el 6,25 %. Con respecto al tratamiento **A2B1**, difiere de la anterior, ya que la mayor proporción corresponde a la escala, tal vez si, tal vez no compraría, con un 37,5%; continúa el 31,25% que se inclinó por que probablemente sí compraría; el 12,5% por la escala, definitivamente si lo compraría y con el mismo porcentaje la opción de, probablemente no compraría; y solo el 6,25% por la escala definitivamente no compraría.

En el caso del tratamiento **A2B2**, esta primeramente la escala de, probablemente sí compraría con un 50 %; seguida por la opción, tal vez sí, tal vez no compraría; con un 18,75 % y con el mismo valor porcentual de apreciación la escala de, probablemente no lo compraría y finalmente el 12,5 %, definieron que sí lo comprarían. Para el tratamiento **A2B3**, al igual que el anterior, la escala de probablemente sí lo comprarían registró un 50 %; pero continúa la opción definitivamente sí lo compraría, con un 25 %; seguida por 12,5 % que eligió que probablemente no la compraría; y finaliza coincidiendo las escalas, tal vez si, tal vez no compraría y definitivamente no compraría, con el 6,25% respectivamente.

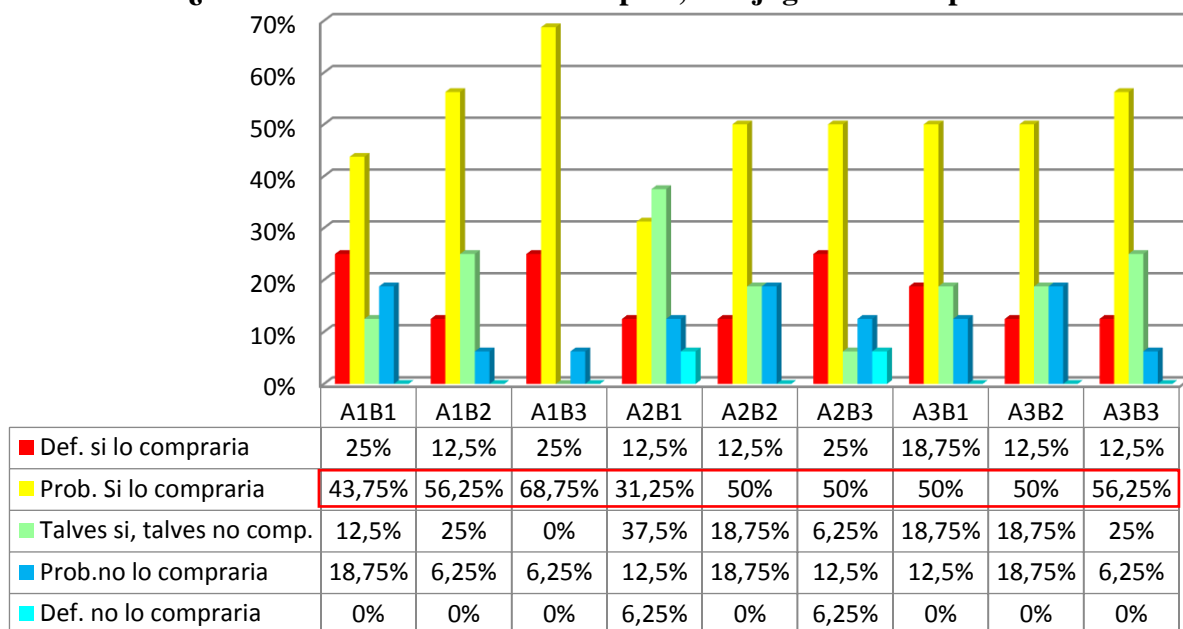
Mientras que en el tratamiento **A3B1** se puede apreciar que el 50% de apreciación escogió la escala de probablemente si la compraría; el 18,75% consideró que definitivamente sí la compraría, y con el mismo porcentaje la escala, tal vez sí, tal vez no la compraría; terminando con el 12,5 % de elección hacia la escala de probablemente no lo compraría.

Con respecto al tratamiento **A3B2**, concuerda a lo antepuesto, con un 50% en la escala de probablemente sí lo compraría; coinciden las escalas, tal vez sí, tal vez no compraría y probablemente no compraría, con un 18,75% individualmente; y solo un 12,5 % calificaron que definitivamente si la comprarían.

Por último, el tratamiento **A3B3** fija mayor a la escala de, probablemente sí lo compraría, con un 56,25 %; seguido por la escala, tal vez sí, tal vez no compraría, con el 25 %; continuando con el 12,5 % por la escala definitivamente sí lo compraría; y solo un 6,25% de probablemente no lo compraría.

**Grafica N°10:** Frecuencia porcentual sensorial de intención de compra del jugo de limón, puro

**¿Cuál sería tu intención de comprar, este jugo de limón puro?**



**Fuente: Elaboración Propia.**

En la gráfica N°7 en cuanto a la intención de compra, claramente se observa que los catadores tuvieron decisiones divididas en cuanto a las escalas, pero comparando la escala de probablemente sí la compraría, el tratamiento A1B3 fue el que obtuvo el mayor puntación con un 62,75 %; seguida por los tratamientos (A1B2 - A3B3) con el 56,25 % individualmente continúa el 50 % en los tratamientos (A2B2, A2B3, A3B1 y A3B2); un 43,75 % para el tratamiento A1B1; y finalmente el tratamiento A2B1 fue el que obtuvo el menor valor con un 31,25 % de apreciación.

En el caso de la opción, tal vez sí, tal vez no la compraría, el tratamiento A2B1 obtuvo el 37,5 %; seguido por los tratamientos (A1B2 - A3B3) con un 25 % ; coinciden en los porcentajes, los tratamientos (A2B2, A3B1 y A3B2) con un 18,75 % de apreciación y los demás tratamientos produjeron valores inferior al 15 %. Mientras que para la escala de, definitivamente sí la compraría, los tratamientos (A1B1, A1B3 y A2B3) fueron los que obtuvieron mayor calificación con un 25 %; seguido por el tratamiento A3B1 con el 18,75 %; continúan valores menores al 15 %, en los tratamientos restantes.

En tanto que la escala de, probablemente no la compraría, se produjeron valores relativos al 18,75 % en los tratamientos (A1B1, A2B2 y A3B2); prosiguen los tratamientos (A2B1, A2B3 y A3B1) con un 12,5 % de apreciación; los demás tratamientos registraron valores menores al 10 %. Por ultimo observando la escala, definitivamente no la compraría, se verifica que solo dos tratamientos obtuvieron valores mínimos de 6,25 % los cuales fueron (A2B1 – A2B3); los demás tratamientos, no fueron tomadas en cuenta en el momento de apreciación.

Estos resultados sensoriales nos muestran que las apreciaciones, en la mayoría de los tratamientos están entre que tal vez, probablemente y definitivamente si comprarían; lo cual se interpreta de forma positiva (buena) ya que los catadores si adquirirían el producto evaluado en caso de venta, esto indica una oportunidad comercial para el jugo de limón procesado.

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing) (Hernández, 2005).

#### **4.3 DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE CONSERVACIÓN.**

Para la determinación de la temperatura ideal y el tiempo adecuado de pasteurización; que permita la conservación del jugo de limón, puro; entre las diferentes variables efectuadas. Se procedió a realizar una comparación entre las mayores frecuencias sensoriales, obtenidas de cada uno de los tratamientos en sus propiedades de Color, Olor, Sabor y Aceptabilidad.

La norma internacional del Codex Alimentario, dentro de sus criterios de calidad; indica que los zumos (jugos) y néctares de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del zumo (jugo) del mismo tipo de fruta de la que proceden. La fruta no deberá retener más agua como resultado de su lavado, tratamiento con vapor u otras operaciones preparatorias que la que sea tecnológicamente inevitable (CODEX STAN 247).

### 4.3.1 Comparación de mayores frecuencias sensoriales de Color.

**Cuadro N°15:** Comparación de Mayores Frecuencias sensoriales de color

**Rangos: 1, 2: negativo (malo); 3, 4, 5: positivo (bueno)**

N°	Tratamientos	Descripción	Color a limón		
			Escala	> F %	Fi
1	A1B1	(80°C x 10 min. de pasteurización)	3	50	8
2	A1B2	(80°C x 15 min. de pasteurización)	3	43,75	7
3	A1B3	(80°C x 20 min. de pasteurización)	4	37,5	5
4	A2B1	(85°C x 10 min. de pasteurización)	<b>3</b>	<b>62,5</b>	<b>10</b>
5	A2B2	(85°C x 15 min. de pasteurización)	3	43,75	7
6	A2B3	(85°C x 20 min. de pasteurización)	3	43,75	7
7	A3B1	(90°C x 10 min. de pasteurización)	3	50	8
8	A3B2	(90°C x 15 min. de pasteurización)	3	50	8
9	A3B3	(90°C x 20 min. de pasteurización)	3	43,75	7

**Escalas:** 1= Ninguna de las opciones; 2= Ligerio; 3=Moderado; 4=Bastante; 5= Mucho.  
**>F % :** Mayores Frecuencias relativas porcentual  
**Fi:** frecuencia absoluta

**Fuente:** elaboración propia

Los resultados de la evaluación sensorial en los diferentes tratamientos, indican que el color del jugo de limón, corresponde a una escala de, moderado y bastante, los cual se interpreta de forma positiva (buena), ya que el jugo (zumo) si tiene un color verde limón natural.

De acuerdo a las frecuencias sensoriales obtenidas, el tratamiento A2B1 (85°C x 10 min. de pasteurización), fue el que obtuvo el más alto porcentaje comparativo, con un 62,5 % de aprobación, lo cual significa que de 16 catadores, 10 eligen este tratamiento como el mejor.

Este resultado comparativo nos permite determinar que la temperatura de 85°C, con un tiempo de 10 minutos de pasteurización; es la más adecuada y/o ideal para la conservación del color en el jugo de limón, puro.

### 4.3.2 Comparación de mayores frecuencias sensoriales de Olor.

**Cuadro N°16:** Comparación de Mayores Frecuencias sensoriales de olor

**Rangos: 1, 2: negativo (malo); 3, 4, 5: positivo (bueno)**

N°	Tratamientos	Descripción	Olor a limón		
			Escala	> F %	Fi
1	A1B1	(80°C x 10 min. de pasteurización)	3	37,5	6
2	A1B2	(80°C x 15 min. de pasteurización)	3	56,25	9
3	A1B3	(80°C x 20 min. de pasteurización)	<b>3</b>	<b>62,5</b>	<b>10</b>
4	A2B1	(85°C x 10 min. de pasteurización)	2	37,5	6
5	A2B2	(85°C x 15 min. de pasteurización)	3	50	8
6	A2B3	(85°C x 20 min. de pasteurización)	<b>3</b>	<b>62,5</b>	<b>10</b>
7	A3B1	(90°C x 10 min. de pasteurización)	<b>3</b>	<b>62,5</b>	<b>10</b>
8	A3B2	(90°C x 15 min. de pasteurización)	3	37,5	6
9	A3B3	(90°C x 20 min. de pasteurización)	3	50	8

**Escalas:** 1= Ninguna de las opciones; 2= Ligero; 3=Moderado; 4=Bastante; 5= Mucho.  
**>F % :** Mayores Frecuencias relativas porcentual  
**Fi:** frecuencia absoluta

**Fuente:** elaboración propia

Los resultados de la evaluación sensorial en la mayoría de los diferentes tratamientos, indican que el olor del jugo de limón, corresponde a una escala de, moderado; lo cual se interpreta de forma positiva (buena), es decir que el jugo (zumo) si posee un aroma limón natural (ver Anexo).

De acuerdo a las frecuencias sensoriales obtenidas, los tratamiento A1B3 (80°C x 20 min. de pasteurización), A2B3 (85°C x 20 min. de pasteurización), y A3B1 (90°C x 10 min. de pasteurización); fueron los que obtuvieron el más alto porcentaje comparativo, con un 62,5 % de aprobación, lo cual significa que de 16 catadores, 10 eligen estos tratamiento como los mejores.

Este resultado comparativo nos permite determinar que todas las variables de temperaturas con 10 o 20 minutos de pasteurización; son adecuadas y/o ideales para la conservación del olor en el jugo de limón, puro.

### 4.3.3 Comparación de mayores frecuencias sensoriales de Sabor.

**Cuadro N°17:** Comparación de Mayores Frecuencias sensoriales de sabor

**Rangos: 1, 2: negativo (malo); 3, 4, 5: positivo (bueno)**

N°	Tratamientos	Descripción	Sabor a limón		
			Escala	> F %	Fi
1	A1B1	(80°C x 10 min. de pasteurización)	3	43,75	7
2	A1B2	(80°C x 15 min. de pasteurización)	4	43,75	7
3	A1B3	(80°C x 20 min. de pasteurización)	4	43,75	7
4	A2B1	(85°C x 10 min. de pasteurización)	3	37,5	6
5	A2B2	(85°C x 15 min. de pasteurización)	3 & 4	31,25	5
6	A2B3	(85°C x 20 min. de pasteurización)	4	31,25	5
7	A3B1	(90°C x 10 min. de pasteurización)	3	37,5	6
8	A3B2	(90°C x 15 min. de pasteurización)	<b>3</b>	<b>56,25</b>	<b>9</b>
9	A3B3	(90°C x 20 min. de pasteurización)	4	43,75	7

**Escalas:** 1= Ninguna de las opciones; 2= Ligero; 3=Moderado; 4=Bastante; 5= Mucho.  
**>F % :** Mayores Frecuencias relativas porcentual  
**Fi:** frecuencia absoluta

**Fuente:** elaboración propia

Los resultados de la evaluación sensorial en los diferentes tratamientos, indican que el sabor del jugo de limón, corresponde a una escala de, moderado y bastante, lo cual se interpreta de forma positiva (bueno), esto quiere decir que el jugo (zumo) si tiene un gusto a limón natural.

De acuerdo a las frecuencias sensoriales obtenidas, el tratamiento A3B2 (90°C x 15 min. de pasteurización), fue el que obtuvo el más alto porcentaje comparativo, con un 56,25 % de aprobación, lo cual significa que de 16 catadores, 9 eligen este tratamiento como el mejor.

Este resultado comparativo nos permite determinar que la temperatura de 90°C, con un tiempo de 15 minutos de pasteurización; es la más adecuada y/o ideal para la conservación del sabor en el jugo de limón, puro.

### 4.3.3 Comparación de mayores frecuencias porcentuales de Aceptabilidad.

**Cuadro N°18:** Comparación de Mayores Frecuencias sensoriales de Aceptabilidad

**Rangos: 1, 2: negativo (malo); 3, 4, 5: positivo (bueno)**

N°	Tratamientos	Descripción	Aceptabilidad		
			Escala	> F %	Fi
1	A1B1	(80°C x 10 min. de pasteurización)	4	50	8
2	A1B2	(80°C x 15 min. de pasteurización)	4	43,75	7
3	A1B3	(80°C x 20 min. de pasteurización)	4	50	8
4	A2B1	(85°C x 10 min. de pasteurización)	4	43,75	7
5	A2B2	(85°C x 15 min. de pasteurización)	4	56,25	9
6	A2B3	(85°C x 20 min. de pasteurización)	5	43,75	7
7	A3B1	(90°C x 10 min. de pasteurización)	5	37,5	6
8	A3B2	(90°C x 15 min. de pasteurización)	<b>4</b>	<b>62,5</b>	<b>10</b>
9	A3B3	(90°C x 20 min. de pasteurización)	5	43,75	7

**Escalas:** 1= No me gusta; 2= Me disgusto poco; 3= Ni me gusta; ni me disgusto;  
4= Me gusta poco; 5= Me gusta mucho.  
**>F % :** Mayores Frecuencias relativas porcentual  
**Fi:** frecuencia absoluta

**Fuente:** elaboración propia

Los resultados de la evaluación sensorial en los diferentes tratamientos, indican que se acepta el producto y/o jugo de limón, puro; el cual fue calificado positivamente con un gustar poco y mucho.

De acuerdo a las frecuencias sensoriales obtenidas, el tratamiento A3B2 (90°C x 15 min. de pasteurización), fue el que obtuvo el más alto porcentaje comparativo, con un 62,5 % de aprobación, lo cual significa que de 16 catadores, 10 eligen este tratamiento como el mejor aceptado.

Este resultado comparativo nos permite determinar que la temperatura de 90°C, con un tiempo de 15 minutos de pasteurización; es la más apropiada y/o ideal para la conservación del jugo de limón, puro.

#### 4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para establecer el análisis de la relación costo/beneficio, se calculó el costo total de cada tratamiento por la cantidad de botellas elaboradas y el precio de venta de cada envase de jugo de limón establecidas en el mercado; pero como no se encontró un producto artesanal similar en el mercado, se tomó en cuenta los precios de algunos productos similares, como ser: cerveza, jugo de uva y vinos; estableciendo un precio de 12,5 bs por unidad de botella, para todos los tratamientos.

**Cuadro N° 19:** Análisis de la relación (costo/beneficio); y rentabilidad del jugo de limón.

Tratamientos	Costo Total	Producción (Botellas)	Ingreso bruto	Beneficio Neto	R (Beneficio/costo)	Rentabilidad (%)
A1B1	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A1B2	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A1B3	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A2B1	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A2B2	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A2B3	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A3B1	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A3B2	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04
A3B3	74,83	10	125	50,17	1,67	67,04

**Fuente:** Elaboración propia.

##### 4.4.1 Costos totales.

Los resultados expuestos en el análisis económico en el cuadro N°8, demuestran que el costo de producción del jugo de limón puramente envasado, por tratamiento fue de 74,83 bolivianos; emitiendo un beneficio neto de 50,17 Bs.

##### 4.4.2 Relación Beneficio/Costo.

En base al análisis económico, la relación beneficio/costo, nos indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos; ya que todos presentan una utilidad de 1,67; es decir que, por cada boliviano invertido en la producción de jugo de limón, puramente envasado, 1,67 (Bs.) se obtiene como beneficio.



#### **4.4.3. Rentabilidad.**

Respecto a la rentabilidad del jugo de limón puramente envasado, el análisis económico demostró que tiene un alto porcentaje de rentabilidad con el 67,04%.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 Conclusiones.

- Los resultados de análisis (físico - químico) de niveles de acides, muestran que existe un proceso de desnaturalización en los jugos correspondiente a los tratamientos con temperaturas a 80°C, con tiempos de 10 minutos de pasteurización y solo un tratamiento (A2B2) con temperatura de 85°C, y tiempo de 15 minutos de pasteurización; ya que sufrieron una disminución en los niveles de ácido cítrico.
- Mientras que se consideran más naturales, a todos los tratamientos con temperaturas próximas a 90°C, con tiempos de 20 minutos de pasteurización; ya produjeron un incremento en los niveles de ácido cítrico; y así también los tratamientos (A2B1 - A2B3) con temperaturas de 85°C, y tiempos de 10 y 20 minutos de pasteurización, respectivamente.
- De acuerdo a los resultados de laboratorio, se afirma que todos los tratamientos tuvieron un incremento en los niveles de pH, pero sin llegar a niveles superiores que permitan el desarrollo de microorganismos patógenos como ser: hongos (Mohos), levaduras y bacterias (*Clostridium botulinum*), los cuales son nocivas para el consumo humano.
- Basado en los resultados de los análisis (Brix) de sólidos solubles, concluye que el único tratamiento que sufrió una desnaturalización fue (A1B1) con temperatura de 80 °C y 10 minutos de pasteurización; puesto que produjo un incremento en los niveles de grados Brix. Los demás tratamientos se consideran naturales puesto que disminuyeron y en algunos casos mantuvieron sus niveles de grados Brix.
- Los resultados del análisis sensorial en los diferentes tratamientos, indican que si se acepta el producto; puesto que fue calificado positivamente (bueno) con un gustar poco y mucho destacándose el tratamiento A3B2 (90°C x 15 min. de pasteurización), como el más apropiado y/o ideal para la conservación del jugo (zumo) de limón, puro. Con frecuencias comparativas superiores al 60 %.

- En cuanto al color, los resultados indican que las muestras evaluadas, en los diferentes tratamientos, si presentan un color de, moderado y bastante, a verde limón natural destacándose el tratamiento A2B1 elaborado con una temperatura de 85°C, un tiempo de 10 minutos de pasteurización; como el más adecuado y/o ideal para la conservación del color en el jugo de limón, puro. Con frecuencias comparativas superiores al 60 %.
- Respecto a la percepción del olor, los resultados fueron medio positivo (bueno), ya que en la gran mayoría de los tratamientos, se observa que el jugo catado posee solo un moderado el aroma a limón natural. Sobresalen los tratamientos: A1B3 (80°C x 20 min. de pasteurización), A2B3 (85°C x 20 min. de pasteurización), y A3B1 (90°C x 10 min. de pasteurización); como los más adecuados y/o ideales para la conservación del aroma en el jugo de limón, puro. Con frecuencias relativas porcentuales superiores al 60 %.
- En el caso del sabor, los catadores no entrenados, consideran que el jugo en todos los tratamientos, sí presenta un moderado y bastante, sabor natural a limón; se distingue mejor al tratamiento A3B2 elaborado con (90°C x 15 min. de pasteurización), como el más adecuado y/o ideal para la conservación del sabor en el jugo de limón, puro. Con una frecuencia relativa porcentual de 56,25 %.
- En base al análisis económico, la relación beneficio/costo, nos indica que no existe diferencia indicadora entre los tratamientos; ya que todos presentan una utilidad de 1,67; es decir que, por cada boliviano invertido en la producción de jugo de limón, puramente envasado; 1,67 (Bs.) se obtiene de beneficio. Resultando en un alto porcentaje de rentabilidad con el 67,04%.

## **5.2 Recomendaciones.**

- Se recomienda el tratamiento A3B2 elaborado con una temperatura de 90°C y un tiempo de 15 minutos de pasteurización; ya que según los resultados del análisis sensorial, fue el que obtuvo el mayor índice de aceptabilidad en comparación con los demás tratamientos y calificado positivamente (bueno) con un gustar poco y mucho.
- Es recomendable no emplear temperaturas ni tiempos mayores a 90°C y 15min de pasteurización, por estar cerca de llegar al punto de ebullición y esto ocasiona que los nutrientes se alteren, teniendo un producto con poco valor nutricional.
- En investigaciones futuras se debe realizar un estudio de factibilidad del jugo de limón puramente envasado, puesto que presenta un alto porcentaje de rentabilidad.
- Promover la utilización e investigación del limón como materia prima para la elaboración de subproductos para el sector agroalimentario, mediante un buen manejo desde la cosecha.