



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO

**“CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) MEDIANTE LA
UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

AUTOR:

MARIO VICENTE ALMENDARIS CASTILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

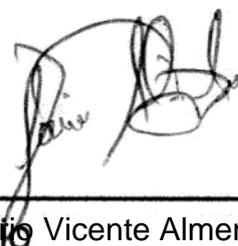
2018.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mario Vicente Almendaris Castillo, con C.I 092111962-4, declaro que el presente trabajo de titulación “CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO” es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba 25 de Enero del 2018



Mario Vicente Almendaris Castillo
092111962-4

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero agradecer a Dios, ya que sin su infinito amor y bendiciones, nada de este sueño sería real.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por permitirme ser parte de su excelso templo del saber, en donde no solo me forme académicamente, sino también fue una etapa para los designios posteriores de este viaje que es la vida.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, en especial a la Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, en donde conocí personas maravillosas, amigos, docentes que impregnaron sus conocimientos y enseñanzas, me llevo un grato recuerdo de la calidad profesional y sobre todo su invaluable lado humano.

A la Sra. Nelly Gavilanes gracias por su apoyo desinteresado, en momentos difíciles o inmutables, sensatamente me enseñó que se puede salir avante de momentos deslucidos.

Agradezco públicamente a una persona que llegó en esta etapa, para pasar efímeramente en el tiempo, pero eterna en el silencio, regalándome la dicha de separar las nubes y observar el cielo en su mirada.

A mi directora del trabajo de titulación Dra. Georgina Moreno, al Ing. Ms C Fredy Erazo asesor de este trabajo y un agradecimiento a la Ing. Gabriela Barrazueta, gracias a ellos por su dedicación y apoyo, científico y moral, para el desarrollo de la tesis.

Mario Almendaris

DEDICATORIA

Dedico este logro anhelado a Dios y a mi familia, mi pilar fundamental en mi vida y a lo largo de este ciclo universitario.

Dedicado a mi madre, quien me enseñó con el ejemplo de vida, la tenacidad, el esfuerzo para lograr las cosas que me he propuesto, agradecido por su amor, cuidado e inefable dedicación.

A mis hermanos: Susana y Washington, mis superhéroes de la vida real, este logro no es solo mío lo comparto con ustedes. A mis sobrinos, razón de locura y sonrisas, cuando esta quimera parecía derrumbarse. A mi padre y sus hijos, gracias por el apoyo moral y económico.

A todos mis amigos, quienes con sus ánimos y ocurrencias, desdibujan momentos tenues, para convertirlos en lucidos recuerdos, que llevare en mi memoria a la gente de mi barrio, que siempre estuvo al pendiente: Turista un abrazo, el Latita lo logro mi hermano.

A los hermanos que Dios puso en mi camino en esta etapa universitaria: Ariana, Andrea, Andres gracias por tantos momentos, vivencias, anécdotas que no se borran en el curvas del tiempo y dibujaran el camino de un viaje sin final.

Quedan muchas personas, amigos, familiares, que formaron parte de esta etapa, a los cuales omito en palabras y descripciones, pero me llevare un grato recuerdo, del cual formaran parte de mi corazón. Gracias.

Mario Almendaris

CONTENIDO

| Pág. | | |
|------------|--|----------|
| | Lista de cuadros | vi |
| | Lista de figuras | vii |
| | Lista de gráficos | viii |
| | Lista de anexos | ix |
| I. | <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| | A. INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS FRUTAS. | 3 |
| | B. JUGOS DE FRUTAS. | 4 |
| | C. CLASES DE JUGOS. | 5 |
| | D. COMPOSICIÓN DE LOS JUGOS DE FRUTAS. | 6 |
| | E. BENEFICIOS DE LOS JUGOS DE FRUTAS | 9 |
| | F. PRINCIPALES PROBLEMAS EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE JUGOS. | 10 |
| | 1. <u>Agentes externos.</u> | 10 |
| | 2. <u>Daños por patógenos.</u> | 10 |
| | 3. <u>Turbidez.</u> | 11 |
| | 4. <u>Color.</u> | 11 |
| | 5. <u>pH.</u> | 12 |
| | 6. <u>Sólidos totales</u> | 13 |
| | 7. <u>Características organolépticas</u> | 13 |
| | 8. Vitaminas. | 14 |
| | G. NARANJA. | 14 |
| | 1. <u>Historia.</u> | 15 |
| | 2. <u>Generalidades.</u> | 16 |
| | 3. <u>Clasificación Taxonómica.</u> | 16 |
| | 4. <u>Tipos de naranja.</u> | 17 |
| | a. Grupo Navel. | 17 |
| | b. Blancas | 17 |
| | c. Valencia. | 18 |
| | d. Grupo sangre-sanguinea | 18 |
| | e. Grupo amargo | 18 |

| | | |
|-----|--|----|
| f. | Grupos Híbridos. | 19 |
| 5. | <u>Naranja citrus sinensis.</u> | 19 |
| 6. | <u>Composición química.</u> | 19 |
| 7. | <u>Generalidades del cultivo de naranja.</u> | 21 |
| 8. | <u>Preparación de la huerta</u> | 21 |
| 9. | <u>Siembra.</u> | 21 |
| 10. | <u>Fertilización</u> | 22 |
| 11. | <u>Poda.</u> | 22 |
| a. | Tipos de Podas. | 23 |
| 12. | <u>Cosecha.</u> | 24 |
| 13. | <u>Post Cosecha.</u> | 24 |
| 14. | <u>Plagas y enfermedades del cultivo de naranja.</u> | 25 |
| a. | <u>Principales plagas.</u> | 26 |
| b. | <u>Principales enfermedades.</u> | 27 |
| 15. | <u>Producción nacional de la naranja.</u> | 28 |
| 16. | <u>Industrialización de la naranja.</u> | 29 |
| 17. | <u>Cualidades y beneficios de la naranja.</u> | 30 |
| H. | JUGO DE NARANJA | 31 |
| 1. | <u>Beneficios del jugo de naranja</u> | 32 |
| 2. | <u>Producción nacional del jugo de naranja</u> | 33 |
| 3. | <u>Industrialización del jugo de naranja</u> | 34 |
| 4. | <u>Desventajas de la industrialización.</u> | 36 |
| I. | CLARIFICACIÓN. | 37 |
| 1. | <u>Historia de la clarificación</u> | 38 |
| 2. | <u>Beneficios de la clarificación</u> | 38 |
| 3. | <u>Principales clarificantes de jugos</u> | 39 |
| J. | QUITINA | 40 |
| K. | QUITOSANO. | 40 |
| 1. | <u>Reseña histórica del quitosano.</u> | 41 |
| 2. | <u>Fuentes de quitosano.</u> | 41 |
| 3. | <u>Métodos de obtención del quitosano.</u> | 42 |
| a. | Método químico. | 42 |
| b. | Método biológico. | 43 |

| | | |
|------------|--|----|
| 4. | <u>Propiedades fisicoquimicas del quitosano.</u> | 43 |
| 5. | <u>Obtención del quitosano.</u> | 45 |
| 6. | <u>Ventajas del uso del quitosano.</u> | 45 |
| 7. | <u>Desventajas del uso del quitosano</u> | 46 |
| 8. | <u>Aplicaciones del quitosano</u> | 47 |
| 9. | <u>Aplicaciones del quitosano en la industria alimentaria.</u> | 49 |
| 10. | El quitosano en la clarificación de jugos. | 50 |
| II. | MATERIALES Y MÉTODOS | 51 |
| A. | LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO. | 51 |
| 1. | <u>Localización.</u> | 51 |
| 2. | <u>Condiciones metereológicas.</u> | 51 |
| 3. | <u>Duración.</u> | 51 |
| B. | UNIDADES EXPERIMENTALES. | 51 |
| C. | MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES. | 51 |
| 1. | <u>Materiales.</u> | 52 |
| 2. | <u>Equipos.</u> | 53 |
| 3. | <u>Instalaciones.</u> | 53 |
| D. | TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL. | 53 |
| 1. | Esquema del experimento. | 54 |
| E. | MEDICIONES EXPERIMENTALES. | 54 |
| 1. | <u>Análisis físico-químico.</u> | 54 |
| 2. | <u>Análisis organoléptico.</u> | 54 |
| 3. | <u>Análisis microbiológico.</u> | 54 |
| F. | ANÁLISIS ESTADISTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA. | 55 |
| G. | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL. | 55 |
| H. | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. | 57 |
| 1. | <u>Análisis físico-químico.</u> | 57 |
| 2. | <u>Análisis Organoleptico.</u> | 58 |
| 3. | <u>Análisis Microbiológico.</u> | 59 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIONES. | 61 |
| A. | ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DE LA CLARIFICACION DEL JUGO DE NARANJA (<i>citrus sinensis</i>) | 61 |
| 1. | <u>Turbidez.</u> | 61 |

| | | |
|------|--|----|
| 2. | <u>Color-Colorimetría.</u> | 62 |
| 3. | <u>Sólidos totales-Azúcares °Brix.</u> | 64 |
| 4. | <u>pH.</u> | 66 |
| B. | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. | 67 |
| 1. | <u>Mohos y levaduras.</u> | 67 |
| 2. | <u>Coliformes totales.</u> | 68 |
| 3. | <u>Aerobios Mesófilos.</u> | 68 |
| C. | ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO. | 69 |
| 1. | <u>Color.</u> | 69 |
| 2. | <u>Olor</u> | 70 |
| 3. | <u>Sabor.</u> | 70 |
| 4. | <u>Aceptabilidad.</u> | 70 |
| D. | ANÁLISIS ECONÓMICO. | 71 |
| V. | CONCLUSIONES. | 72 |
| VI. | RECOMENDACIONES. | 73 |
| VII. | LITERATURA CITADA. | 74 |

RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó la adición de tres niveles de quitosano (250, 500, 750)mg/l en la clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), frente a un tratamiento control 0, distribuidas bajo un diseño completamente al azar, los resultados de la investigación fueron sometidos a un análisis de varianza con la separación de medias según Tukey ($P < 0,05$), con un total de 3 repeticiones en donde el tamaño de la unidad experimental fue de 2 litros del jugo de naranja. Este estudio nace de la tendencia del consumo de bebidas, con parámetros organolépticos agradables al consumidor y el hecho de aprovechar subproductos de desecho, que luego de un proceso, como el quitosano se obtiene bondades únicas en la industria alimentaria. Se determinó que, las características físico químicas del jugo de naranja a medida que se incluye los diferentes niveles de quitosano se observa que tiene una tendencia a disminuir los valores de turbidez, a reducir la colorimetría de la misma manera los sólidos totales ($^{\circ}$ Brix), en cuanto a los valores de pH, no varía notablemente debido a las características propias del quitosano en medios ácidos, estos parámetros analizados, están dentro de los permitidos por la normativa vigente (INEN 2337) y ayudan a disponer de productos de calidad y garantizar la seguridad alimentaria, porque no presento registro de microorganismos patógenos por la actividad antimicrobiana, anti fúngica del quitosano, en el análisis organoléptico se puede observar que debido a los valores, que el tratamiento utilizado con 250mg/l es el más idóneo para el consumidor y beneficioso en cuanto a su producción, aunque a que el tratamiento control sin adición de quitosano, es más rentable producir, pero no tiene los beneficios de la clarificación con el biopolímero estudiado.

Palabras claves: Jugo de naranja, clarificación, quitosano.

ABSTRACT

In the Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, the addition of three levels of chitosan was evaluated (250, 500, 750) mg/l when filtering the orange juice (*Citrus sinensis*), with a control treatment 0, distributed under a completely random design. The results of the investigation were submitted to an analysis of variance with the separation of means according to Tukey ($P < 0,05$), with a total of 3 repetitions where the size of the experimental unit was 2 liters of orange juice. This study arises from the tendency of the consumption of beverages with pleasant organoleptic parameters to the consumer and the fact of taking advantage of waste by-products, which after a process, as with chitosan, unique benefits are obtained in the food industry. It was determined that the physical-chemical characteristics of the orange juice when the different levels of chitosan are included, it is observed a tendency to decrease the values of turbidity, to reduce the colorimetry, in the same way, the total solids ($^{\circ}$ Brix). Regarding the pH values, these do not vary significantly due to the characteristics of chitosan in an acid environment. These parameters analyzed, are within the permitted by the current regulations (INEN 2337) and help to have quality products and ensure food safety, because it did not present a record of pathogenic microorganisms due to the antimicrobial activity, fungal anti chitosan. In the organoleptic analysis can be observed that due to the values that the treatment used with 250mg / l is the most suitable for the consumer and beneficial in terms of production. Although the control treatment without the addition of chitosan is more profitable to produce, it does not have the benefits of clarification with the biopolymer studied.

Keywords: Orange Juice, Clarification, Chitosan.



LISTA DE CUADROS

| N° | | Pág |
|-----------|---|-----|
| Cuadro 1 | COMPOSICIÓN DE LOS ZUMOS DE FRUTAS NATURALES | 8 |
| Cuadro 2 | COMPOSICIÓN DE LA NARANJA | 20 |
| Cuadro 3 | SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS NACIONALES | 29 |
| Cuadro 4 | PROPIEDADES GENERALES DE LA QUITINA Y EL QUITOSANO | 45 |
| Cuadro 5 | APLICACIONES DE LA QUITINA Y EL QUITOSANO | 48 |
| Cuadro 6 | CONDICIONES METEOROLÓGICAS | 51 |
| Cuadro 7 | ESQUEMA DEL EXPERIMENTO | 54 |
| Cuadro 8 | ANÁLISIS DE VARIANZA | 55 |
| Cuadro 9 | VALORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN PARA LA CATACIÓN | 58 |
| Cuadro 10 | TURBIDEZ DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 61 |
| Cuadro 11 | COLORIMETRÍA DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 63 |
| Cuadro 12 | AZÚCARES DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 65 |
| Cuadro 13 | pH DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 66 |
| Cuadro 14 | PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 68 |
| Cuadro 15 | CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 70 |
| Cuadro 16 | COSTOS DE LA PRODUCCIÓN (\$\$) DEL JUGO DE NARANJA (<i>CITRUS SINENSIS</i>), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| N° | | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| Figura 1 | Participación de la naranja como materia prima para jugos | 33 |
| Figura 2 | Estructura del quitosano | 40 |
| Figura 3 | Esquema elemental de la producción de los derivados de la quitina | 43 |

LISTA DE GRÁFICOS

| N° | Pág |
|---|-----|
| Gráfico 1 Turbidez del jugo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano | 62 |
| Gráfico 2 Colorimetría del jugo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano | 64 |
| Gráfico 3 Azúcares °Brix del jugo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano | 65 |
| Gráfico 4 pH del jugo de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano | 67 |

LISTA DE ANEXOS

N°

- | | |
|---------|---|
| Anexo 1 | Prueba de ranking test. Análisis estadístico del pH del vigésimo día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 2 | Análisis estadístico del color del primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 3 | Análisis estadístico del color del cuarto día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 4 | Análisis estadístico del color del color del vigésimo día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 5 | Análisis estadístico de la turbidez del color del vigésimo día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 6 | Análisis estadístico de los grados Brix del vigésimo día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 7 | Análisis estadístico de los sólidos totales del vigésimo día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano |
| Anexo 8 | |

I. INTRODUCCIÓN

Las bebidas de frutas, son muy populares y se consumen en grandes cantidades. La mayoría de estas bebidas tienen una alta concentración de nutrientes. Hoy en día, existe una gran tendencia de la población por el consumo de bebidas de jugos naturales, libres de componentes como alcohol, energizantes, hidratantes, etc. Que además de satisfacer con sus necesidades, ahorran el tiempo empleado en la preparación de los jugos de fruta. Los consumidores van adquiriendo hábitos, se vuelven más exigentes al momento de comprar, esto se traduce a que las industrias dedicadas a esta actividad, ofrezcan un producto íntegro y en condiciones óptimas para el cliente.

La naranja dulce (*Citrus sinensis*) es una de las frutas más populares y saludables del mundo. Tiene un alto contenido de vitamina C; su sabor, especialmente de algunas variedades es realmente soberbio por su acidez y dulzura. Como todas las frutas cítricas contienen un 45 % de zumo, 20 a 40 % de piel y un 20 a 30 % de pulpa y semillas. Aproximadamente un 90 % de su contenido es agua con un 5 % de azúcares. La naranja es el fruto obtenido del naranjo dulce, un antiguo árbol híbrido originario de India, Vietnam o el sureste de China, Allan & Vera, (2012). En la actualidad no existe un mercado totalmente explotado e industrializado, es aquí donde existe la oportunidad de satisfacer las necesidades presentes en la industria de los jugos, (López, 2011)

Dentro de la elaboración de los jugos de frutas existen varios problemas en la industrialización; entre los principales podemos citar el color, sabor, olor, pH, densidad, etc. Entre estos factores nombrados uno de los más relevantes que afectan la calidad, está la apariencia turbia o comúnmente denominada turbidez, que se produce debido a la presencia de pectinas; para contrarrestar este problema se usa enzimas, que son las encargadas de degradar las pectinas, de esta forma se contrarresta este problema en el producto final, (Padrón & Moreno, 2010).

La clarificación tiene como fin eliminar los sólidos de suspensión, las sustancias coloidales y algunas sustancias colorantes presentes en el jugo. Para ello se

adicionan los agentes clarificantes, bajo ciertas condiciones de tiempo y temperatura y de su eficiencia depende en gran parte la calidad del producto terminado, (Sandoval, 1996).

Para realizar el proceso de clarificación se utilizan clarificantes orgánicos e inorgánicos; entre los más reconocidos en la industria, están la bentonita, stabifix, gelatinas, caseínas, etc. Sin embargo diferentes estudios, respaldan la utilización del quitosano, para realizar el proceso de clarificado, debido a sus beneficios como la biodegradabilidad, la no toxicidad, la tendencia a flocular, lo hacen superar los diferentes inconvenientes en relación a los clarificantes convencionales, (Gassara et al., 2015).

El quitosano es un producto natural, que es obtenido mediante la desacetilación de la quitina; es un polímero de alto peso molecular, una de las características principales es, que es biodegradable, que se utiliza en la industria de la medicina, cosmetología, alimentos, agrícola, Luna & Luna, (2004). Actúa atrapando y disminuyendo las partículas coloidales, en suspensión del sistema acuoso en el que se añade, puede ser agua, vino, cerveza, o jugos, (Gassara et al., 2015).

Por lo citado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Clarificar el jugo de naranja *citrus sinensis* mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.
- Evaluar las características físico-químicas de turbidez, color, sólidos totales, pH, en la clarificación del jugo de naranja.
- Determinar la calidad sanitaria del producto elaborado, mediante análisis microbiológico.
- Indicar el nivel óptimo de adición de quitosano (250, 500, 750 mg/l), mediante pruebas organolépticas.
- Establecer la rentabilidad mediante el indicador de beneficio-costeo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS FRUTAS.

Las frutas y hortalizas son una fuente muy importante de vitaminas, fibras, minerales y otros componentes, que muchas veces se desperdician logrando aprovechar solamente una pequeña parte debido a su carácter perecedero, debido a esto que la industrialización de las frutas es un factor muy importante para aprovechar y dar un valor agregado a una gran variedad de frutas, además de ayudar en la economía de quienes participan a lo largo de la cadena productiva, (Salazar, 2005).

En las últimas décadas la parte de la cosecha de frutas que se consumen de una manera ya procesada, ha escalado muy significativamente, mientras que el consumo de la fruta ha disminuido. La disponibilidad durante épocas que no son de producción de frutas, calidad y propiedades iguales a la fruta, además de las conveniencias que la industrialización representa, ha sido fundamental para este gran paso de consumir la fruta en procesada. La industrialización de las frutas, implica un proceso de preparación de las mismas, con el fin de darle un valor agregado, evitando que se descompongan y a la vez manteniendo sus cualidades nutricionales, Salazar, (2005). Entre los procesos industriales que se da a las frutas para darle un valor agregado, manteniendo sus bondades nutricionales y aumentando la vida útil tenemos los siguientes:

- **Desecación:** Elimina el agua de los tejidos de las frutas para evitar la fermentación y la putrefacción; ejemplo de esto son los higos, ciruelas, uvas.
- **Encurtido:** Las frutas se sumergen en un medio ácido, generalmente con vinagre para la conservación y su posterior utilización.
- **Cocción en azúcar:** Sirve para proteger y conservar las frutas, en si es la base de mermeladas, confituras, dulces en almíbar, etc.
- **Frutas en alcohol:** Se utiliza exclusivamente para frutas, en concentraciones que no afecten sus características.

- **Compotas:** Es el producto preparado con pulpa de fruta, mezclado con azúcar y otros edulcorantes, con o sin agua, elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa adecuada.
- **Pulpas:** La pulpa es la parte carnosa o comestible de las frutas, la cual resulta de la eliminación de la cascara, semillas, por procesos manuales o mecánicos, obteniéndose un producto de consistencia pastosa, semilíquida.
- **Concentrados:** Son productos que se obtiene quitando el agua a los jugos de frutas y que para su consumo se deben reconstituirse mezclando con agua, este producto tiene incluido endulzantes, antioxidantes, acidulantes.
- **Mermeladas:** Otro aprovechamiento de las frutas de manera industrial son las mermeladas, en los últimos años e ha tenido un auge de la población y grandes centros de consumo, situación que ha repercutido para explotar este tipo de industria.(Salazar, 2005).

En el Ecuador luego del comercio, la industria que más aporta a la economía del país es la industria manufacturera, siendo la producción de alimentos y bebidas la rama que significativamente hace su aporte. Los jugos y conservas de frutas crecieron en valor y en volumen en cuanto se refiere a las exportaciones, representando el 5 % de las exportaciones industriales no petroleras, (El sector Industrial del Ecuador, 2009).

B. JUGO DE FRUTAS.

Según la FAO, (2005), indica que el zumo o jugo de frutos al líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de las frutas en buen estado que tengan un grado de madurez además de estar frescas o frutas que se han mantenido en un buen estado por medio de procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes del Codex Alimentario.

El jugo de fruta se define como el líquido exprimido, procesado de la parte comestible de una fruta, obtenido mediante procesos de presión o mecánicos. Los zumos son turbios debido a que contienen suspensiones coloidales de componentes

celulares con cantidades variables de pequeños pedazos de tejido, de forma que el contenido en materia sólida se sitúa en un 5-20 % del peso, esta apreciación es la turbidez la cual no resulta llamativa a la hora de comercializar los jugos, debiendo someterse a procesos previos a su venta y consumo, (Pinto, 2002).

Los zumos o jugos se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales 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. También podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Para los jugos de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del jugo exprimido de la fruta y el contenido de sólidos solubles del jugo de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de zumo. Los jugos y néctares de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del zumo 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, (FAO, 2005).

C. CLASES DE JUGOS

La industria de las bebidas se compone de dos grupos o categorías principales. En donde está la categoría de bebidas sin alcohol la cual comprende de: fabricación de jarabes de bebidas refrescantes, embotelladas, enlatadas, envasadas, zumos de frutas, café y té. La otra categoría es de las bebidas alcohólicas; son aquellas bebidas que en su composición tiene presente el etanol, en forma natural o adquirida y su concentración es igual o superior al 1 % de su volumen, (Ward, 2007).

1. Bebidas sin alcohol

Se conoce como bebidas sin alcohol aquellas bebidas no fermentadas, carbónicas o no, preparadas con agua potable o mineral, con ingredientes y aditivos autorizados por la ley vigente. Cuya composición no está considerado el alcohol etílico en ninguna de sus variedades. Estas bebidas se clasifican en naturales, artificiales y procesadas.

a. Bebidas naturales.

Son aquellas que no han sido añadidas elementos a su composición; en este grupo se encuentran: los jugos, el agua y la leche. En esta clasificación están las bebidas que a diario consumimos en nuestra dieta, incluso el agua es denominada como el solvente universal, la bebida más común que ingerimos.

b. Bebidas artificiales.

En donde intervienen procesos para ser derivadas de las naturales, estas son: sodas, gaseosas, jugos, energizantes.

c. Bebidas procesadas.

Son aquellas bebidas que son creadas con elementos químicos para obtener bebidas similares a las naturales, entre este grupo se encuentran, el yogurt, el kumis y las infusiones en las cuales las más populares están el café y el té.

D. COMPOSICIÓN DE LOS JUGOS DE FRUTAS

El zumo o jugo de fruta recién preparado, corresponde a la composición de la fruta de la que proviene solo si se exprime totalmente, pues el peso de las paredes celulares es pequeño, puesto que a escala de fabricación las frutas pocas veces son exprimidas totalmente, (Española de Pediatría, 2003). Los componentes del jugo de fruta se detallan a continuación:

1. Agua.

El agua es el componente principal, aproximadamente se encuentra entre un 80-95 % de agua debido al alto contenido en la fruta.

2. Hidratos de carbono.

Los nutrientes más importantes son los hidratos de carbono, inicialmente en los zumos hay polisacáridos de las paredes celulares, los azúcares más abundantes son la sacarosa, fructosa, glucosa y sorbitol.

3. Proteínas y Minerales.

Los zumos contienen una cantidad de proteínas y minerales, como sodio, potasio.

4. Proteínas.

Los jugos o zumos de frutas contienen una pequeña cantidad de proteínas, el contenido es inferior al 1 %, no son fuente de proteínas.

5. Minerales.

Los zumos de frutas, aportan con minerales muy importantes como el hierro, magnesio, fósforo, potasio.

6. Vitaminas.

La gran parte de los zumos de frutas son muy ricos en vitamina C, especialmente los cítricos, los zumos aportan cantidades de grasa, colesterol y fibra.

7. Pigmentos.

Son los encargados de aportar el color característico al jugo, entre los representativos tenemos los carotenoides, que aportan el color naranja y rojo,

dependiendo de la fruta, antocianos, dan el color púrpura o azul, hesperidina, en la mayoría de cítricos, naringina, se encuentra en naranjas, pomelos.

8. Fibra.

La fibra se encuentra principalmente en las pectinas y la hemicelulosa, en los jugos aporta para mantener el equilibrio en el organismo.

9. Lípidos.

Son un grupo de compuestos químicos diversos, solubles en solventes orgánicos y casi insolubles en agua, en los jugos de frutas se encuentra en un muy bajo porcentaje 0-0,5 %. La composición de los zumos de frutas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1.COMPOSICIÓN DE LOS ZUMOS DE FRUTAS NATURALES

| Nutrientes | Cantidad (g) en 100g de Zumo | | | | | | Fruta |
|----------------------|------------------------------|--------|---------|------|------|------|-----------------|
| | Naranja | Pomelo | Manzana | Pera | Uva | Piña | De la Pasión |
| Agua (%) | 88,4 | 90,1 | 88,0 | 86,2 | 88,0 | 85,5 | 85,6 |
| Hidratos de carbono | 10,0 | 7,3 | 11,8 | 13,2 | 16,1 | 12,1 | 13,6 |
| Glucosa | 3,2 | 3,6 | 3,1 | 2,3 | 7,6 | 3,3 | |
| Fructosa | 3,3 | 3,4 | 7,5 | 6,4 | 8,5 | 3,3 | |
| Sacarosa | 3,5 | 0,3 | 1,5 | 0,9 | | 5,4 | |
| Ácido ascórbico (mg) | 40,0 | 31,0 | 1,4 | | 1,5 | 1,5 | 29,8 |
| Sodio (mg) | 1,0 | 2,0 | 2,1 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | |
| Potasio (mg) | 166,0 | 120,0 | 116,0 | 33,0 | 140, | 140, | |
| Calcio (mg) | 15,5 | 9,3 | 6,9 | 5,0 | 0 | 0 | 4,0 |
| Hierro (mg) | 0,2 | 0,2 | 2,6 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,2 |

Fuente:(Española de Pediatría, 2003).

E. BENEFICIOS DE LOS JUGOS DE FRUTAS

Entre los beneficios de los jugos de frutas, se puede citar que es más fácil y cómodo su consumo, indiscutiblemente la calidad del sabor y propiedades, en relación a jugos artificiales que cada vez causan más alergias en los consumidores debidos a sus ingredientes. Los jugos o zumos naturales así denominados tienen un poder de fácil absorción y digestión, ya que los nutrientes ingresan mucho más rápido, proporcionándonos minerales, vitaminas y nutrientes esenciales. Además de ayudar a eliminar toxinas que se encuentren en nuestro cuerpo, (Rivera, et al., 2008).

Los jugos deben obtenerse en condiciones sanitarias y regidas por Buenas Prácticas de Manufactura, obteniéndose un producto integro como indica la respectiva norma, (INEN, 2008). Según. Rivera, (2008); indica que el consumir jugos de frutas nos mantiene bien hidratados debido a que las frutas contienen agua y nos ayudan a incorporar a nuestro cuerpo. De igual manera los jugos de reparar nuestro cuerpo, mejorando el sistema inmunológico, los antioxidantes presentes en los jugos nos ayudan a desintoxicar nuestro cuerpo eliminando los efectos de la comida ingerida a diario y perjudicial para el organismo. También poseen fitoquímicos que mejoran la salud y previenen al cuerpo de contraer enfermedades, otro de los beneficios de los jugos es que aportan nutrientes que son de fácil digestión y que al licuarlos o exprimirlos se mantienen a diferencia de vegetales o frutas que luego de una cocción los pierden.

Los jugos de frutas, contienen una cantidad significativa de fitoquímicos; esta palabra, hace referencia aquellos productos químicos que contienen las frutas en su estado natural, como azúcares, fibras, vitaminas, antioxidantes, entre otros; las frutas aportan estos compuestos, que son excelentes para cuidar el organismo, previniendo diferentes enfermedades, como el cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares. Entre los compuestos fitoquímicos más importantes con que aportan los jugos de frutas están los carotenoides, especialmente encontrados en frutas cítricas, estos son el β -caroteno, la β -criptoxantina, la zeaxantina, compuestos fenólicos, antioxidantes, (Escobedo et al., 2014). En resumen los beneficios más conocidos, con los que aportan los jugos de fruta son:

- No contienen grasa
- Tienen poder antioxidante
- Aporte de vitaminas, A, C, E, Beta caroteno que previenen enfermedades.
- En el proceso digestivo se unen enzimas vegetales activas con las enzimas presentes en el estómago, facilitando la absorción de nutrientes.
- Son hidratantes por excelencia.

F. PRINCIPALES PROBLEMAS EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE JUGOS.

La industria de los alimentos procesados a partir de materias primas agrícolas se lo agrupa en el sector de la agroindustria, donde se encuentra la producción de jugos. En el país el 50 % de la población consume jugos, especialmente el mercado potencial son las mujeres por conservar su estética y figura, mientras que los niños por sus propiedades y sabores. Pero a lo largo de la cadena productiva se encuentra diferentes inconvenientes para llegar a tener un producto final de óptimas condiciones, tanto organolépticas como de calidad que apetezca al consumidor, (Magdalena & Zavala, 2011).

1. Agentes externos

Uno de los factores a controlar es la temperatura, ya que al aumentar la temperatura, hay mayor respiración, transpiración y en general se aceleran los procesos de envejecimiento de la fruta. Además el daño físico, es algo muy importante ya que especialmente en el transporte es donde ocurre este problema, daños superficiales o profundos, que son causados por el corte, abrasión, vibración, mala disposición de los productos. Las consecuencias de los daños físicos en la fruta, repercuten significativamente en la industrialización, además de causar el deterioro rápidamente, (Pólit, 2001).

2. Daños por patógenos.

Según Pólit, (2001); los patógenos, como hongos y bacterias que atacan los tejidos en mal estado, causado por daños mecánicos, aumentando la posibilidad de ataque

el aumento de temperatura, una vez infectado, rápidamente la fruta cae en la podredumbre echándose a perder el producto.

3. Turbidez.

La turbidez es sin duda uno de los principales problemas dentro de la industria de los jugos, debido a que afecta significativamente el aspecto general, el color, es por eso que existen métodos para clarificar y evitar ese problema, Brito et al., (2010). La turbidez es la falta de transparencia en los jugos debido a que en él se encuentran partículas en suspensión, mientras más sólidos exista en el jugo se observara una mayor turbidez, siendo este parámetro un indicativo muy importante de calidad, puesto que siendo menor la turbidez, de mejor calidad es el jugo, (Centenario, 2002).

Los jugos de frutas extraídos, habitualmente son turbios, esto debido a las partículas de plantas que son insolubles en agua y macromoléculas coloides, las cuales deben ser eliminadas para evitar la formación de la turbidez. El enturbiamiento es originado por la presencia de pectina y agentes enturbiantes, por lo que es necesario una clarificación para controlar este problema en la industria de los jugos, (Mendívez & Minchón, 2010).

4. Color

La determinación del color en los jugos es un indicador de calidad ampliamente usado, que influye sobre otros parámetros como: la percepción del flavor, del dulzor, así como de diversos factores relacionados con la aceptación del producto. La medida del color en los jugos se lo realiza por medio de colorimetría que tiene variadas ventajas frente a otros métodos analíticos. La colorimetría determina el color en los jugos de una forma rápida que permite la obtención de varios parámetros en cuestión de segundos, diferenciándolo de otros métodos, (Maria et al., 2013).

El color de los jugos debe ser característico y propio de los jugos y obtener un color óptimo en los jugos relaciona a factores como la turbidez, el color es un indicativo de calidad y es el principal factor organoléptico, que el consumidor toma en cuenta, CODEX STAND 247-2005, (2005). El color es uno de los principales atributos analizados en los jugos, por lo general es el primer factor analizado por los consumidores y está asociado directamente con la calidad. El color es de vital importancia ya que influye directamente sobre otros atributos como el sabor; el color se puede evaluar mediante análisis instrumental o de forma visual, existiendo diferencias entre estos métodos, ya que la percepción humana del color se basa en respuestas emitidas por los fotorreceptores, en cambio para medir un jugo de manera instrumental se basa en los valores de las coordenadas colorimétricas.

La principal ventaja de medir el color de manera instrumental es que permite realizar una evaluación detallada, de la imagen del alimento analizado, ayudándose en cámaras digitales que pueden capturar imágenes en formato digital en comparación con el análisis subjetivo del órgano visual. En la industria de los jugos tal vez no se pueda contar con instrumentos necesarios para medir el color, debido a que pueda ser una pequeña empresa, sin embargo se puede hacer mediante el órgano de la vista y estudios han demostrado que existe una buena correlación entre la medición instrumental y la subjetiva, pero se debe adecuar el lugar, el fondo, la iluminación, establecer el umbral para las diferencias del color, son parámetros muy importantes a tomar en cuenta. Además que los panelistas o quien va a llevar a cabo este análisis debe estar capacitado, (Fernández et al.,2013).

5. pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una solución, indicando la concentración de iones hidrógeno. En la industria de jugos es un factor determinante para el producto final, principalmente este parámetro depende y mucho, de la materia prima, de la fruta se esté procesando el jugo. Generalmente los jugos tienen un pH normalmente ácido, que varía dependiendo la fruta de la cual se procesa los jugos. Entre los ácidos presentes en la fruta están el ácido málico, el ácido tartárico y uno de los principales que se encuentran en las frutas cítricas es el ácido cítrico.

Existen diferentes formas de tomar el pH de los jugos, aunque el más indicado es mediante el potenciómetro o pHmetro, (Fernández et al.,2013).

6. Sólidos totales

Los jugos de frutas son en sí una suspensión compleja y heterogénea de partículas grandes insolubles, materiales coloidales, que se dispersan a lo largo de un medio continuo, compuesto de azúcares, ácidos orgánicos, pectinas, compuestos fenólicos y sales. La dispersión heterogénea está formada principalmente por fragmentos de tejidos celulares.

Los sólidos totales se deben a la composición bioquímica del zumo de la fruta, presencia de polisacáridos como pectinas, celulosa, hemicelulosa, proteínas, lípidos y demás compuestos de bajo peso molecular. Los jugos luego de haberse obtenido deben pasar por diferentes métodos para garantizar que los sólidos totales no sean un factor negativo en el producto final, siendo la clarificación, sedimentación, centrifugación, métodos para contrarrestar este parámetro. Los sólidos solubles se rigen bajo la norma INEN 380, se puede realizar mediante métodos físicos como; hidrometría, psicometría, y refractometría, (Dahdouh et al., 2016).

7. Características organolépticas

Las características organolépticas de los jugos son aquellos parámetros que se puede apreciar con los sentidos: como el olor, sabor, aroma, textura, que inciden como factores iniciales para adquirir un jugo de frutas en el mercado. Estos factores de pueden ver afectados por diversas razones, es por eso que se debe tener cuidado durante toda la cadena productiva de los jugos, ya que estos factores no deben ser adulterados y están regidos bajo la normativa vigente, (INEN, 2008).

Cuando se trata de la calidad de los jugos de frutas, los criterios de calidad son el color, aroma y sabor natural, inclusive algunas veces el sabor amargo y los parámetros químicos. Los jugos de frutas son generalmente turbios, originando a la

turbidez, que se debe corregir para mejorar los atributos sensoriales de sabor, color, olor, (Mendívez & Minchón, 2010).

8. Vitaminas

Las vitaminas son sustancias químicas metabolizables por el hombre, que componen los alimentos y que nuestro organismo utiliza para mantener la estructura y su funcionamiento, la ausencia de las vitaminas originan enfermedades por la carencia de estas, (Rostani & Varela.). Las vitaminas, son sustancias químicas, no sintetizables por nuestro organismo, se encuentran en diferentes concentraciones en los alimentos y dependiendo el origen de estos, tenemos un variado grupo de vitaminas; las vitaminas liposolubles A, D, E, y K; las vitaminas hidrosolubles en donde se encuentran las del grupo B1, B2, B3, B6, B12, C, (Frommherz et al., 2014).

El contenido de la vitamina C, es muy variada tanto por causas genotípicas, como de manejo pre y pos cosecha, por lo cual es utilizado como indicador de calidad, debido a que es un compuesto bioactivo sensible, de esta forma actúa como un criterio válido para otros componentes nutricionales u organolépticos. Otro de los desafíos y muy importantes de la industria de los jugos de frutas, es preservar sus nutrientes y hacerlo atractivo al consumidor, es por esto que el factor de mantener intactos los nutrientes es un completo desafío, (D & M, 2013).

G. NARANJA

Las frutas cítricas son las más populares para la obtención de bebidas naturales, debido a su sabor, aroma y otros beneficios, estas frutas están compuestas por una cáscara que le proporciona protección contra daños, la superficie es denominada pericarpio o flavedo, en donde se encuentran aceites y pigmentos de la cascara, luego está la capa blanca que su principal cualidad es de una esponja, a esta se la conoce como mesocarpio la cual es rica en pectina. El jugo de la fruta que contiene el endocarpio está dividido por segmentos en donde se encuentran los sacos de jugos individuales y las semillas, por último en la fruta se aprecia en el centro un material esponjoso o placenta.

La naranja es aquel fruto obtenido del naranjo dulce, que pertenece al género Citrus, en la antigüedad era cultivado como un árbol ornamental, es originario del suroeste de China, de ahí se ha ido cultivando en todo el mundo en climas tropicales, antiguamente se cultivaba para tenerlo como un árbol ornamental y disfrutar de su fragancia, esta fruta tiene la particularidad de que su pulpa está formada de numerosas vesículas llenas de jugo, presenta un color anaranjado al que se debe su nombre, su sabor varía desde el amargo hasta el dulce. Esta fruta alcanzo gran particularidad durante la segunda mitad del siglo XV. (Murrillo, 2008).

1. Historia

La naranja es una fruta de la región tropical y subtropical de Asia, de donde su cultivo se ha dispersado por todo el mundo. Este fruto se originó hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático, desde ahí su cultivo se ha propagado por el mundo, variando debido a las necesidades del hombre y adaptaciones. La naranja dulce procede de las regiones del sur oeste de Asia, concretamente del sur oeste de China, desde donde se extendió al sudeste Asiático que luego se expandieron por todo el mundo.

El fruto de la naranja era cultivado por pueblos ancestrales desde muy remotas épocas, su cultivo inicialmente era con el fin decorativo, ornamental, pero los viajeros se impresionaron por su aroma, la fruta y sus flores, esto consiguió que se lleven a otras regiones. En un principio el sabor de la naranja era amargo, pero más tarde se consiguieron variedades más dulces que los árabes bautizaron como naranche, que se deriva de arangus, que es como la denominaban los persas. Mucho después en Brasil se encontró una naranja más dulce y jugosa, que fue llevada a Estados Unidos convirtiéndose en la reina de la naranja, (Rivera, 2006).

2. Generalidades

La naranja es la fruta cítrica que posee mayor popularidad por la industrialización de jugos. Las naranjas son los frutos del naranjo, un árbol perenne de la familia de las

rutáceas de hasta 10 metros de altura aproximadamente. El árbol tiene tallos ligeramente cubiertos de espinas, hojas coriceáceas, elípticas, agudas con el peciolo provisto de alas estrechas. Las flores del árbol de naranjo son de color blanco, perfumadas, tiene numerosos estambres, dando lugar a un fruto que es un hesperidio con la corteza bastante lisa y su sabor puede ser dulce, amargo o agria. Las naranjas pertenecen al grupo de las rutáceas, una familia que contienen alrededor de 1700 especies de plantas, que característicamente crecen en climas bastantes cálidos o templados, (Rivera, 2006).

La raíz del árbol de naranjo es de crecimiento marcadamente pivotante, alcanzando hasta 1,5 metros, tiene raíces secundarias que se producen en la zona superficial, la mayoría son horizontales, las hojas tienen un ápice puntiagudo y base redondeada. Las flores están constituidas de racimos pequeños de color blanco y el fruto, redondo, con una corteza lisa, de color anaranjado, Del Rosal, (2003). La fruta tiene un diámetro aproximadamente de 6-10 cm, su peso oscila entre 150-250 gr sin piel, la fruta tiene una forma redondeada de color naranja, mayormente lisa, la pulpa tiene entre 8-12 gajos alargados y curvos, en donde se encuentra el sabor dulce, con matices acidas dependiendo de la variedad, (Cosiles, 2011).

3. Clasificación taxonómica

Según. (Del Rosal, 2003), indica que la clasificación taxonómica de la naranja es la siguiente:

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Rosidae

ORDEN: Sapindales

FAMILIA: Rutáceas

GÉNERO: *Citrus*

ESPECIE: *Citrus sinensis*

NOMBRE COMUN: Naranja Dulce

4. Tipos de naranja

Según. Del Rosal, (2003), existen diferentes tipos de naranja, por la forma, composición, crecimiento, etc. Las cuales detallaremos a continuación:

a. Grupo Navel

Los frutos de esta variedad son redondeados, la pulpa contiene un elevado contenido de zumo y la relación azúcar-acidez es muy equilibrada. Este grupo se distingue por la presencia de un segundo verticilo capelar, que al desarrollarse, da lugar a un segundo fruto muy pequeño, que se queda adherido al fruto principal por su zona estilar, dando un aspecto de ombligo, lo que da origen a su nombre, ya que Navel en inglés significa ombligo.

En las variedades de este grupo muchas veces no presentan semillas, ya sea porque las células madres de los granos de polen degeneran o porque el saco embrionario, el que degenera los óvulos no es fecundados. Las variedades de este grupo son muy exigentes en cuanto al agua y abono se refiere, además de la resistencia al frío. Las variedades más relevantes de este grupo son: Navelina, Newhall, Lane late, Powel Summer

b. Blancas

Los árboles de este grupo son muy vigorosos y de buen desarrollo, los frutos presentan formas desde esféricas, achatadas o elipsoidales, normalmente su tamaño es de mediano a grande. Presentan muy pocas semillas y los frutos no tienen ombligo, una ventaja es la alternancia de las cosechas; entre clases de este grupo se encuentran: Castellana, Sucreña, Cardenera, etc.

c. Valencia

El origen de esta variedad no es muy claro, ya que muchos creían que viene de la ciudad española de Valencia, sin embargo se cree que se originó en las Islas

Azores a finales del siglo pasado. El fruto de este grupo es de tamaño medio o grande, con un color algo pálido y de corteza espesa, pero fina, en muchas veces también se presenta algo granulosa. Contiene un elevado contenido de zumo y su acidez es elevada.

Los frutos tienen un aroma exquisito y un sabor ligeramente ácido, es una especie muy requerida para la industrialización, porque además de las características descritas, también posee pocas semillas; la naranja valencia es muy apetecida por los benéficos como: dietéticos, terapéuticos, generosa en vitaminas C, A, B1, sales minerales, entre otras.

d. Grupo sangre-sanguinas

Los árboles son de tamaño pequeño a mediano, los frutos tienen la característica de poseer un pigmento rojo, que colorean la pulpa y la corteza. Tiene un promedio de 4 semillas por fruta. Las variedades de este grupo principalmente se caracterizan por su pigmentación, pero también por ser productivas sensibles al frío y tener poca adherencia al pedúnculo. Entre las principales tenemos: Entrefina, Murtera, Morocatania, etc.

e. Grupo amargo

El árbol de estas especies es de tamaño mediano, sus frutos son cilíndricos achatados por la región peduncular, la corteza es gruesa y rugosa con glándulas oleíferas. Se pueden cultivar en toda clase de suelos, es una especie muy resistente al frío, se usa para combinación, injertos con otras especies de naranjas, en la industria se utiliza para la fabricación de mermeladas, además de extraer aceites esenciales de la corteza, hojas y flores. Las variedades son: Naranja amargo, Naranja sevillano.

f. Grupo híbridos

Se ha creado un interesante grupo de plantas a partir de estos. La mayor importancia comercial es por su utilización como porta-injertos, especies como

Tangelo y los híbridos de mandarinas, se han extendido su cultivo como una variedad, por la semejanza a mandarinas o naranjas y de esta forma se comercializa como tales.

5. Naranja- citrus sinensis

El naranjo dulce es una fruta procedente de las regiones del sur de Asia, su cultivo se lo realiza desde hace miles de años, extendiéndose por diferentes partes del mundo, donde es reconocida por su sabor, aroma y propiedades. Dentro de las especies de la naranja, se encuentran el *Citrus x aurantium*, que se refiere a la naranja agria que tiene diferentes bondades y propiedades por lo que es muy apetecida. Pero la naranja de sabor dulce es la *Citrus Sinensis*, variedad conocida por sus nombres comunes como: Naranja, Naranja de China y Naranja Blanca. Siendo su nombre científico *Citrus sinensis*.

6. Composición química

Como la mayoría de las frutas cítricas, la naranja es acida, con un pH de 2,5-3, según la madurez, tamaño y otras características, que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE LA NARANJA

| | Por 100 g de porción comestible | Por unidad mediana (225 g) |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Energía 8Kcal) | 42 | 69 |
| Proteínas (g) | 0,8 | 1,3 |
| Lípidos totales (g) | Tr | Tr |
| w-3 (g) | 0 | 0 |
| Colesterol (mg/1000kcl) | 0 | 0 |
| Hidratos de carbono (g) | 8,6 | 14,1 |
| Fibra (g) | 2 | 3,3 |
| Agua (g) | 88,6 | 146 |
| Calcio (mg) | 36 | 59,1 |
| Hierro (mg) | 0,3 | 0,5 |
| Yodo (µg) | 2 | 3,3 |
| Zinc (mg) | 0,18 | 0,3 |
| Sodio (mg) | 3 | 4,9 |
| Potasio (mg) | 200 | 329 |
| Fosforo (mg) | 28 | 46 |
| Selenio (mg) | 1 | 1,6 |
| Tiamina (mg) | 0,1 | 0,16 |
| Riboflavina (mg) | 0,03 | 0,05 |
| Equivalentes niacina (mg) | 0,3 | 0,5 |
| Vitamina B ₆ (mg) | 0,06 | 0,1 |
| Folatos (µg) | 37 | 60,8 |
| Vitamina C (mg) | 50 | 82,1 |
| Vitamina A: Eq.Retinol (µg) | 40 | 65,7 |
| Vitamina D (µg) | 0 | 0 |
| Vitamina E (mg) | 0,2 | 0,3 |

Fuente: (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013)

La naranja es una fruta de escaso valor calórico y bajo contenido de grasa, aporta una importante cantidad de fibra soluble, cuyas propiedades son la de disminuir el colesterol, la glucosa y el desarrollo de flora intestinal. En su composición también

se destaca la elevada cantidad de Vitamina C o ácido ascórbico. También aporta con ácido fólico, carotenoides, flavonoides, (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 2013).

7. Generalidades del cultivo de naranja

Al cultivar el árbol de naranja se deben tomar en cuenta diversos factores como: el tipo de producción que se desee, condiciones del clima, condiciones del suelo, para garantizar el éxito del cultivo y tener una fruta óptima para la industrialización y el consumo. Debido a que es una especie tropical, el factor más importante a controlar es la temperatura, ya que no soporta temperaturas bajas, se requiere de una temperatura cálida para el correcto desarrollo del árbol y maduración de la fruta. En cuanto a la cantidad de agua necesita alrededor de 1200 mm, un ambiente húmedo, tanto en el suelo como en la atmosfera, (Maldonado, Torres, Herrera, & Baldeón, 2011).

8. Preparación de la huerta

Generalmente el cultivo se lo realiza en terrenos planos, como es un cultivo perenne se puede preparar durante todo el años, pero siempre y cuando la humedad lo permita. Se procede a labrar el suelo a una profundidad de 20-30 cm, luego pasar un rastrillo de forma cruzada, para desmoronar bien el terreno y se nivele, evitando posteriormente encharcamientos. En los terrenos donde tiene pendientes, no conviene mover el suelo con maquinaria, su preparación consiste en eliminar la maleza, (Del Rosal, 2003). El cultivo demanda un alto contenido de abono, por lo que es recomendable días atrás a la siembra regar abono orgánico en el terreno, para suplir las carencias que contenga el suelo, como puede ser magnesio y zinc. Posteriormente al momento de la siembra se aplicara en cada hoyo abono y fertilizantes. (Maldonado, Torres, Herrera, & Baldeón, 2011).

9. Siembra

Para la siembra se puede realizar de dos formas. Mediante la propagación sexual, mediante semillas que ya vienen saneadas, sin embargo representa una serie de

inconvenientes debido a que la planta debe pasar por un periodo juvenil, que además son muy vigorosas y presentan heterogeneidad; la otra forma es mediante la propagación asexual, mediante injertos, este método presenta mayores ventajas a los agricultores.(Del Rosal, 2003). Las plantas que serán utilizadas deber reunir una serie de características, para la adaptación al suelo y su posterior desarrollo.

Se puede calcular como densidad media la plantación de unos 400 árboles de naranja por hectárea, los arboles a plantar deben ser libres de plagas y enfermedades, con un excelente injerto, con un tronco único, vertical. El hoyo donde se procederá a sembrar debe tener una medición de 60 cm x 60 cm x 60 cm, en el fondo del hoyo se debe colocar alrededor de 250 gr de fertilizantes, además de abono orgánico, Maldonado et al.,(2011). La importancia de la distancia ya sea en terrenos planos o en pendientes recae en que, cuando el árbol empiece a desarrollarse no compita por nutrientes y agua con los demás y que aproveche durante el día la mayor cantidad de luz, (Del Rosal, 2003).

10. Fertilización.

La fertilización depende del tipo de suelo, región de cultivo, cantidad de cosecha. En la mayor parte de donde se cultiva la naranja se necesitan nutrientes complementarios para obtener un cultivo con excelentes capacidades de producción y desarrollo. Los cítricos necesitan de un variado número de elementos para su producción, estos elementos son: hidrógeno, oxígeno, carbono, cobre, zinc, hierro, fósforo, potasio, boro, calcio, magnesio. En el caso del oxígeno, hidrógeno y carbono, la planta lo obtiene del aire y del agua de riego, pero el resto de elementos son absorbidos del suelo por medio de las raíces, (Del Rosal, 2003).

11. Poda

La poda es la actividad en la cual se recorta o elimina una cantidad de ramas del árbol, esta práctica se realiza con el fin de darle forma y ayudar en su desarrollo y producción. El fin con el que se realiza la poda es para producir árboles vigorosos, con una distribución equilibrada de la fruta, para conseguir una producción uniforme

todos los años. Existen tres tipos de podas: de formación, de mantenimiento y de rehabilitación, (Del Rosal, 2003).

a. Tipos de podas

(1) Poda de formación

Esta poda tiene como objetivo principal crear una estructura de soporte del árbol, una estructura que soporte el peso de las ramas y posteriormente de los frutos, que aproveche la luz y aumente la circulación del aire. Este tipo de práctica se debe realizar desde el vivero y continuar al plantarlas en el terreno, Maldonado et al., (2011). Este tipo de poda, consiste en eliminar las ramas que salgan del tronco, para así dejar un solo eje vertical y cortar a 10 cm del suelo, con ello se facilita la salida de ramas laterales, esta actividad deberá realizarse con tijeras desinfectadas en una solución de cloro, (Del Rosal, 2003).

(2) Poda de mantenimiento o limpieza

Este tipo de poda consiste en eliminar las ramas rotas o dañadas por plagas y enfermedades, para evitar que se propaguen y dañen el árbol. Principalmente se realiza en arboles adultos, muchas veces después de la cosecha del fruto, hasta antes de que inicie su floración, (Del Rosal, 2003).

(3) Poda de rehabilitación o rejuvenecimiento.

Este tipo de poda se realiza a los árboles envejecidos o descuidados, consiste podar severamente el árbol para inducir un crecimiento nuevo y vigoroso, esta práctica de debe complementar con la aplicación de fertilizantes y un control de plagas y malezas. Para acelerar y proteger la cicatrización se recomienda cubrir con sustancias protectoras, que favorece el proceso de cicatrización, además de inhibir del medio externo, (Del Rosal, 2003).

12. Cosecha.

La actividad de la cosecha de la naranja se da cuando el color amarillo-naranja en al menos el 25 % de la superficie del fruto, o se hace una relación de sólidos solubles/acidez de 10 o más. La forma de cosechar los frutos es manual, los envases utilizados para la recolección son en lonas o cajas ya sean de madera o plástico. Una vez envasados se debe cargar en camiones ventilados y se trasladan al lugar de expendio o comercialización, evitando en lo más mínimo los daños mecánicos durante el transporte, (Del Rosal, 2003).

El Comercio, (2011), menciona que en el Ecuador la naranja es cosechada en los meses que van desde Abril hasta Octubre, en las regiones tropicales y subtropicales, es una de las frutas más demandadas en el país por sus propiedades. Al momento de la cosecha se coge la fruta en lonas, ya sea entre dos o tres personas, evitando que la fruta se golpee, ya que esto afecta la calidad y su conservación, también se cuida que el árbol se lastime, al momento de colocar la escalera o en el uso de alicates para la cosecha. Es recomendable cosechar la fruta cuando estén libres de aguas de la lluvia. Además Ayala & Benavente, (2011), se refieren a la naranja como una fruta no climatérica, es decir su maduración no procede luego de la cosecha, es por eso que no debe cosecharse cuando la fruta este verde, ya que si se cosecha en este estado, el sabor y dulzura no mejoran con el manejo post cosecha.

13. Post cosecha.

Las actividades de post cosecha empiezan desde el momento en que la naranja es sacada del campo y es acondicionada, hasta llevarla un centro de acopio o a un lugar donde se comercializara directamente o para su industrialización. El objetivo principal de la post cosecha, es entregar un producto de calidad, que cumpla con todos los parámetros exigidos al mismo.

Las prácticas de la post cosecha, están relacionadas directamente con el manejo y control de parámetros como: la humedad relativa, la temperatura, el adecuado uso

de empaques y aplicación de funguicidas. Es de vital importancia ya que si no se realiza un buen manejo post cosecha, el problema en la naranja no solo será del productor, sino también de los consumidores y empresas relacionadas con la industrialización del fruto. Las pérdidas por post cosecha de la naranja pueden incluso alcanzar un 10-25 % del volumen producido, (Ayala & Benavente, 2011).

Entre los factores post cosecha se encuentran las reacciones metabólicas, reacciones constatadas pueden ser el descenso de acidez, vitamina, proteína, pérdida de la firmeza y color de la naranja. En los cítricos la principal causa del deterioro fisiológico es el estrés de agua, producido al separarse de la planta, por la transpiración. Otro factor a controlar es la podredumbre ya que la naranja se ve afectado por diferentes tipos de hongos, para los cuales hay que aplicar funguicidas permitidos, para controlar este problema. Las normas de calidad establecen parámetros que deben cumplir los frutos, en este caso la naranja, en su aspecto exterior, como: el tamaño, el porcentaje mínimo de jugo permitido, relación sólidos solubles/acidez y podredumbre.(Salvador et al., 2007).

Según, Salvador et al., (2007), dice que. Para cumplir con las normas de calidad y aspectos que debe presentar la naranja como estar limpia, exenta de daños y manchas, con un sabor y olor propio de la fruta, se deben realizar operaciones ya sea de forma mecánica o manual en instalaciones idóneas. Las operaciones son:

- Volcado.
- Lavado.
- Desinfección
- Tratamiento con funguicidas.
- Encerado.
- Clasificación.
- Efectos del etileno.
- Envasado.

14. Plagas y enfermedades del cultivo de naranja

En el cultivo de la naranja, se puede encontrar un sinnúmero de plagas y enfermedades que afectan al mismo, siendo en ocasiones producto de las condiciones ambientales, la falta de buenas prácticas agrícolas o el uso indiscriminado de pesticidas.

a. Principales plagas

(1) Hormigas.

Atacan a las hojas tiernas de los árboles de naranjo, destruyendo la corteza, como medida de control se recomienda, aplicar insecticidas en polvo al pie de los árboles donde se han visto afectados.

(2) Mosca frutera

El daño de estas moscas es cuando el adulto oviposita en la fruta, la larva se desarrolla dentro de la fruta, causando la caída prematura de las mismas, (Alvarado-Ortiz & Diaz, 2007)

(3) Araña roja

Este ácaro, se encuentra en el envés de las hojas, tomando un color amarillo y una formación cóncava. Esta araña, no segrega muchos hilos de seda, solo lo hace para poder sostener los huevos en el envés de las hojas, que poco a poco las van decolorando, esta plaga también afecta a los brotes y frutos. Para combatir la araña roja en el cultivo de naranja, se utiliza productos como amitraz, tetredifon y otros, (Moreno, 2009).

(4) Mosca blanca.

La mosca blanca en un estado adulto, produce una melaza, que llega a cubrir el envés de la hoja, propiciando el desarrollo de la enfermedad de la negrilla, esto

debilita los brotes y atrae otras plagas como los ácaros. Una forma de saber que el árbol tiene la plaga de la mosca blanca, es que se observa en el tronco la circulación de hormigas, las cuales se ven atraídas por la melaza producida por esta mosca, (Moreno, 2009). Los árboles afectados por la mosca blanca, se tornan débiles, produciendo frutas pequeñas e insípidas, que organolépticamente afecta a la naranja. (Alvarado et al., 2007).

(5) Cochinilla.

La cochinilla, se alimenta de la savia, causando deformación de las hojas y brotes. Su forma de ataque es que al alimentarse de la savia, el árbol pierde su vigor, que en infestaciones severas incluso puede causar la pérdida de ramas y la muerte en arboles pequeños. (Alvarado et al., 2007).

b. Principales enfermedades

(1) Podredumbre blanca de la raíz.

Esta enfermedad se da por el ataque de los hongos, que están presentes en suelos y maderas muertas o en descomposición. Los síntomas de esta enfermedad en los cítricos se observan, con la defoliación y una muerte lenta, debido a la pudrición de las raíces. Los factores que ayudan al desarrollo de esta enfermedad son: suelos pesados, la humedad elevada, un pH inadecuado, la temperatura entre 20-25 °C, (Moreno, 2009).

(2) Gomosis.

(*Phytophthoranicotianae*, *P. citrophthora*). Esta enfermedad ataca en los viveros y también a los arboles jóvenes. Los principales síntomas de que esta enfermedad está presente en el árbol de naranja, es las manchas oscuras en la base del tallo, la corteza del mismo se agrieta produciendo un exudado de goma. Los aboles atacados por esta enfermedad tiene una hojas de color amarillo y posteriormente si está en un grado alto de infestación se produce su muerte, Alvarado et al., (2007).

El modo de contagio de esta enfermedad, se da cuando en la planta existe una herida, aunque en las plantas jóvenes no necesariamente se da el ingreso de este patógeno por heridas, sino porque los tejidos no están lignificados. En los frutos produce una pudrición de color marrón, (Del Rosal, 2003).

(3) Tristeza de los cítricos.

Del Rosal, (2003), menciona que es una de las enfermedades más importantes en los cítricos, la cual afecta los vasos conductores de la planta, los árboles con esta enfermedad cambian su color de un verde intenso a un verde claro, que muchas veces desencadena en un amarillento general, produciendo la defoliación y la muerte progresiva de las ramas. En los frutos se observa la maduración temprana, son muy pequeños, es cuestión de tiempo para la muerte total de la planta. El control preventivo es la manera ideal de contrarrestar esta enfermedad, para esto se debe usar patrones sanos y resistentes al momento del injerto, luego cuando la enfermedad haya atacado el cultivo, es necesaria la eliminación de las plantas enfermas.

(4) Secamiento de los cítricos.

A esta enfermedad también se la conoce como muerte súbita. Los síntomas que presenta el árbol de naranja, se caracteriza por la pérdida de brillo en las hojas, doblamiento de las hojas hacia arriba y la posterior defoliación. Luego las ramas se secan y muere la copa, posteriormente todo el árbol, Del Rosal,(2003). Como medida de control de esta enfermedad Moreno, (2009), recomienda realizar lo siguiente: desinfectar las herramientas de trabajo, cubrir heridas en los árboles, tener en cuenta buenas prácticas de agricultura, revisar el cultivo cada cierto tiempo, no subirse al árbol a recolectar los frutos y eliminación de los árboles enfermos.

15. Producción nacional de naranja

La producción nacional de naranja en el Ecuador, está en pleno apogeo y su producción es mayor en determinados sectores de la costa y zonas subtropicales. La producción de naranja, forma parte de los 25 cultivos más importantes del país,

según estudios realizados por técnicos agrícolas. Si se realiza un buen trabajo de prácticas agrícolas una planta de naranja puede producir hasta 1500 naranjas al año, Hora, (2006).

Cuadro 3. SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS NACIONALES

| Producto | Superficie Cosechada (ha) | | | | Rendimiento (t/ha) | | |
|--------------------------|---------------------------|---------|---------|--------|--------------------|-------|---------|
| | 2012 | 2013 | Var | Parti. | 2012 | 2013 | Var |
| Cacao (almendra seca) | 390,176 | 402,434 | 3,14% | 18,40% | 0,34 | 0,44 | 29,60% |
| Banano (fruta fresca) | 210,894 | 188,658 | -10,50% | 8,61% | 33,25 | 31,78 | -4,42% |
| Plátano (fruta fresca) | 91,778 | 121,824 | 32,70% | 5,56% | 6,09 | 4,96 | -18,60% |
| Café (grano seco) | 78,71 | 61,627 | -21,70% | 2,81% | 0,09 | 0,13 | 35% |
| Fréjol seco (grano seco) | 35,109 | 32,96 | -6,12% | 1,50% | 0,28 | 0,33 | 14,90% |
| Cebada (grano seco) | 20,017 | 26,325 | 31,50% | 1,20% | 0,55 | 0,8 | 46,70% |
| Yuca (raíz fresca) | 15,62 | 18,226 | 16,70% | 0,83% | 4,54 | 2,51 | -44,70% |
| Naranja (fruta fresca) | 18,897 | 17,371 | -8,07% | 0,70% | 2,56 | 2,42 | -5,45% |
| Trigo (grano seco) | 9,318 | 8,147 | -12,60% | 0,37% | 0,8 | 0,71 | -11,60% |
| Arveja tierna (en vaina) | 4,193 | 3,566 | -15% | 0,16% | 1,16 | 0,95 | -18,60% |
| Maracuyá (fruta fresca) | 3,208 | 1,894 | -41% | 0,09% | 3,69 | 3,92 | 6,34% |
| Arveja seca (grano seco) | 1,676 | 1,704 | -3,58% | 0,08% | 0,29 | 0,32 | 12% |
| TOTAL NACIONAL | 2120,648 | 2190,24 | | 100% | | | |

Fuente: (MAGAP)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en sus datos oficiales dice que en el año 2014, se han producido una cantidad de 114196 toneladas de naranja en el Ecuador, (FAO, 2014).

16. Industrialización de la naranja.

El uso principal de la naranja está en el consumo directo como alimento, debido a sus variadas bondades nutricionales. Pero también en la industrialización juega un papel importante ya que a partir de esta fruta se elaboran productos como: los jugos, néctares, gelatinas, mermeladas, jaleas, (Española de Pediatría, 2003). La industria de los alimentos procesados toma la materia prima agrícola y de la ganadería para darle la industrialización debida. En el caso de la naranja, que es uno de los 25 cultivos más importantes en el Ecuador, tiene una gran participación

en el sector industrial, debido que a partir de esta fruta cítrica, llena de cualidades nutricionales se puede elaborar productos como: jugos-zumos, conservas, pulpas y jaleas. Dándole un valor agregado y dinamizando la economía de los productores, (Gualavisí, 2011).

Debido al repunte de la tecnología y las bondades que ofrece la naranja, se han aprovechado partes que antes eran desechadas o desconocidas, como la cáscara, o extracción de aceites esenciales, elaboración de bebidas alcohólicas, y productos cosméticos; diferentes estudios respaldan, la utilización de fracciones consideradas residuos, en la industrialización de la naranja, como son las cáscaras, la pulpa o semillas, las cuales contienen en su composición variados beneficios, como complejos materiales de la pared celular, de la fibra se obtiene un compuesto parenquimatoso, constituido por redes entrelazadas de celulosa, hemicelulosa y pectina.(Wallecan, McCrae, Debon, Dong, & Mazoyer, 2015).

17. Cualidades y beneficios de la naranja.

La naranja es una fruta de escaso valor calórico, tiene un aporte interesante de fibra soluble debido a las pectinas, las cuales debido a sus propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y la glucosa en la sangre, además de ayudar con el desarrollo de la flora intestinal. En su composición también se encuentra la elevada cantidad de ácido ascórbico o vitamina C. La naranja debido a sus cualidades y contenido de vitamina C ayuda en la prevención de gripes y resfriados, también en el fortalecimiento de las defensas del organismo. Tiene propiedades anticancerígenas, incluso el Instituto Nacional de cáncer en Estados Unidos, reconoció que el consumo del zumo de naranja, ha reducido el cáncer de estómago en el país, (Del Rosal, 2003).

Esta fruta también contiene, aceites esenciales que son sustancias orgánicas, formadas por terpenos, sesquiterpenos y compuestos aromáticos, que se encuentran en diferentes partes de plantas como el tallo, hojas, fruto. Estudios revelan que se han probado estos aceites provenientes del pericarpio de la naranja, para ejercer una actividad antibacteriana, (Esencial et al., 2010).

Las vitaminas C, E y los carotenoides como la, β -criptoxantina, o el β -caroteno son probablemente los principales antioxidantes y fortalecedores del sistema inmunológico. Los antioxidantes tienen la capacidad de capturar y neutralizar a sustancias que posteriormente pueden deteriorar el material genético, mediante la oxidación. Es por esto que la naranja debido a sus bondades nutricionales, es considerada como un antioxidante, Rivera, (2006). Entre los llamados desechos de la naranja, como la cáscara, se encuentran carotenoides, los cuales son una fuente de provitamina A, en este caso se menciona al β -caroteno, estos elementos no son tóxicos y presentan actividad antioxidante, (Moreno et al., 2006).

La naranja, también contiene calcio, lo que nos ayuda a proteger los huesos, dientes, la naranja también contiene ácido fólico, para mantener en buen estado el cerebro, aporta con minerales como el potasio, magnesio, la pulpa de la naranja, también ayuda a combatir el colesterol, Rivera, (2006); estudios defienden que esta fruta, puede suplir la deficiencia de calcio, previniendo la avitaminosis, incluso comparada con la leche de vaca, (Serrunda, Peña, & Tapia, 2006).

H. JUGO DE NARANJA

Alimentario, (2004), define al jugo de naranja, como un producto no fermentado, pero que puede fermentarse, obtenido mediante procesos manuales o mecánicos, la materia prima, deben ser frutos sanos, en condiciones óptimas para su proceso, cumpliendo con los estándares exigidos por la normativa vigente. Jhonson, (2001) recalca la importancia y el consumo masivo del jugo de naranja se deben a su sabor único y refrescante, además de que los consumidores conocen del beneficio nutritivo de la vitamina C, del ácido fólico y de la fibra dietética que contiene cada porción. Los procesos de pasteurización y de concentración conservan la calidad del producto y su alto valor nutritivo. Mejoras continuas en la tecnología le han permitido a la industria superar la calidad, con el resultado que hoy, más que nunca, el zumo de naranja goza de un excelente sabor, muy parecido al zumo recién exprimido.

1. **Beneficios del jugo de naranja**

El jugo de naranja es uno de los más consumidos, dentro del grupo de jugos de frutas cítricas, gracias a las innumerables ventajas que brinda su ingesta. El jugo de naranja es un producto complejo formado por; agua, sales minerales, vitaminas, pigmentos, compuestos orgánicos volátiles, que hacen un aporte muy importante a nuestro organismo, ayudándolo a combatir diferentes enfermedades. El jugo de naranja es rico en citratos, aporta con flavonoides, reduce los niveles de colesterol, es fuente importante de vitamina C. El zumo de naranja ayuda a normalizar el aparato digestivo, ayuda en la digestión, previene la diabetes, previene de enfermedades respiratorias, ayuda en la circulación de la sangre, disminuyendo la hipertensión, (Maria et al., 2013).

Muchos son los beneficios del jugo o zumo de naranja, entre los principales están que: ayuda a controlar el colesterol, hace un aporte importante de flavonoides, como las flavonas, flavanonas y flavonoles los cuales se encuentran presentes en los cítricos; las flavononas son las responsables de los sabores amargos en los cítricos, siendo la naringina y la neohesperidina, los componentes mayoritarios. También el poder hidratante de la fruta, que repone lo exigido por nuestro organismo. Otro de los beneficios y uno de los más reconocidos es que al ingerir el jugo de naranja, hacemos un aporte muy grande de vitamina C a nuestro organismo, (Moreno, Belen, & Sánchez, 2004).

Adema el jugo de naranja, tiene azúcares naturales, minerales y enzimas que nos ayudan a procesar los carbohidratos, además la ingesta de este jugo ayuda en el equilibrio ácido-base y colabora con la producción de proteína. (El.Economista, 2014). El consumo del jugo de naranja y otros cítricos, principalmente se relaciona con la prevención de diferentes enfermedades, como: escorbuto, anemia, enfermedades respiratorias y cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y defectos del tubo neural, (El.Economista, 2014).

2. Producción nacional de jugo de naranja

En el Ecuador cerca del 50 % de la población, consumen jugos o bebidas, de origen natural, debido a sus propiedades, existe una tendencia de que la mayor parte de consumen jugos en el país, son las mujeres debido a que cuidan más su salud y figura. En el país, dentro de la agroindustria, un sector muy importante es la elaboración de jugo de frutas, últimamente se ha potenciado, debido a que el Ecuador es un país altamente productor de materias primas agrícolas, (Gualavisí, 2011).

En los años 60, el mercado de jugos, empezó a tomar impulso en el Ecuador, empezando con Industrias Conserveras del Guayas, como la empresa pionera en el mercado, en la actualidad muchas son las grandes, medianas y pequeñas empresas, que se dedican a la industrialización de frutas para la elaboración de jugos. Entre las frutas más apetecibles para la elaboración de jugos de manera industrial se encuentran, la piña, el mango, la papaya, la maracuyá, la naranja, el limón, la mora, entre otros, como se observa en la figura 1.

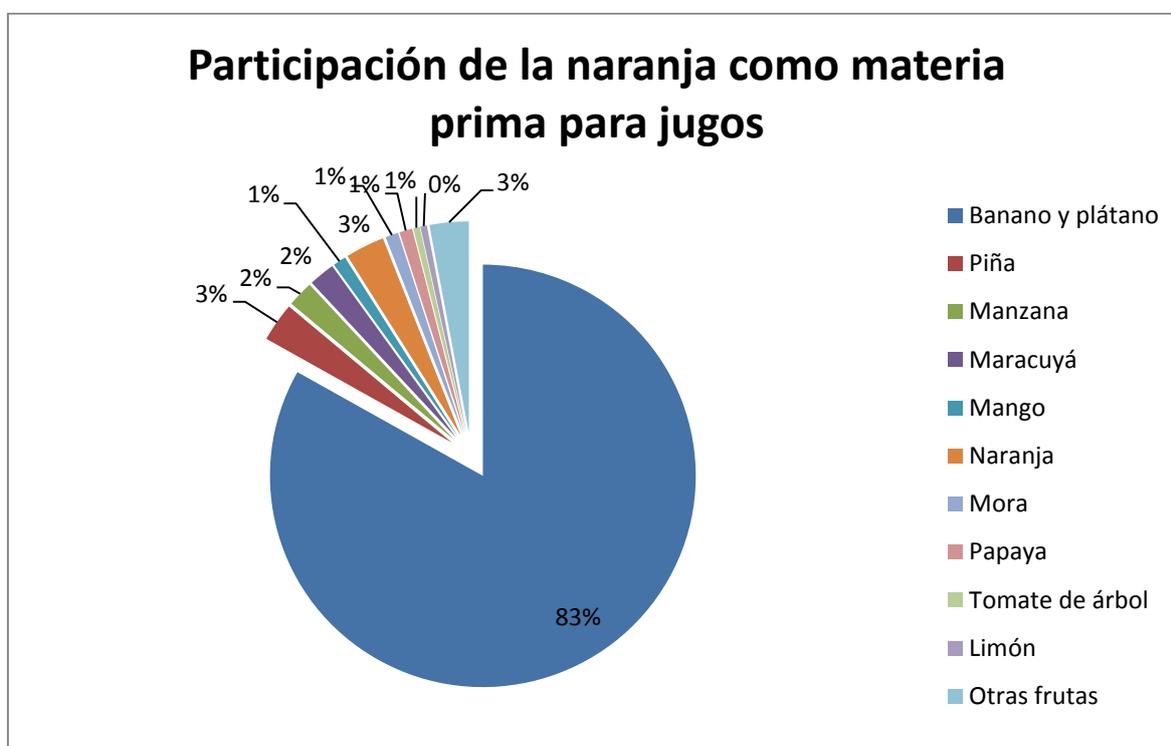


Figura 1. Participación de la naranja como materia prima para jugos,(Gualavisí, 2011).

En el país, la producción de jugos de frutas creció en un 8 %. Los jugos más consumidos son el de naranja 19 %, el de maracuyá 16 %, jugo de uva 15 %, (El sector Industrial del Ecuador, 2009).

3. Industrialización del jugo de naranja

El jugo o zumo de frutas es aquel líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de las frutas en buen estado, con una adecuada madurez, que se han mantenido en buen estado por debidos procedimientos, El jugo de naranja es aquel producto extraído de la naranja dulce, mediante procedimientos adecuados, que no afecten las características, físicas, químicas, organolépticas y nutricionales de la fruta. Para obtener este jugo se parte de naranjas frescas, que cumplan los requisitos de calidad, como: sólidos solubles, acidez y diámetro, (CODEX STAND 247-2005, Standard, 2005).

La elaboración de jugos es muy parecida para diferentes variedades de frutas, en el caso de la industrialización del jugo de naranja, se toma en cuenta la capacidad de producción, de esto dependerá la forma de industrialización. En nuestro país está en auge la venta del jugo de naranja, por medio de ventas informales, su proceso se realiza al igual que en una empresa artesanal, empezando por: recepción de la fruta, selección de la naranja, lavado, cortado, exprimido, tamizado y envasado. (Elaboración de jugo de Naranja, 2014). Cuando el proceso del jugo de naranja se hace en una empresa, mediana o grande, se aprovecha todas las bondades de la fruta. Como aceites, aromas, para desarrollar otros productos, en base a cualidades que presentan estos subproductos. Según; Pérez (2014), la línea de producción de forma tecnificada para el jugo de naranja se realiza mediante estas operaciones:

a. Recepción de la materia prima.

En la recepción se realiza un muestreo, para saber la calidad de la naranja, se observa que este en un estado de madurez óptimo, que tenga un volumen adecuado.

b. Selección y clasificación.

Se clasifica la naranja, desechando los frutos que no reúnen las características de calidad requeridas, esta operación se realiza de forma manual, aunque la clasificación por tamaño o calibre, se lo realiza de manera mecánica.

c. Extracción y tamizado.

Existen diferentes sistemas de extracción, pero las industrias cítricas, utilizan extractores FMC (extractor en línea), debido a su rendimiento y la calidad del zumo de la naranja que se obtiene. Posteriormente este zumo se separa de la pulpa y las semillas a medida que pasa por el tubo de tamizado y tamices posteriores.

d. Centrifugación.

En la centrifugación, se separan los restos de la pulpa, que hayan pasado por los tamices, para este proceso se utiliza separadoras centrifugas autolimpiables.

e. Mezcla y corrección.

Según el producto que se desea elaborar, se puede reintroducir la cantidad de pulpa convenientemente, que se extrajo en el proceso anterior. Este proceso se realiza en tanques de acero inoxidable, provistos de un sistema de agitación.

f. Desairado.

La finalidad de esta operación, es la de eliminar el oxígeno, que posteriormente dará problemas de estabilidad al producto, como pérdida de vitamina por oxidación y oscurecimiento por pardeamiento. El desairado se lleva a cabo al vacío en tanques de acero inoxidable, los gases son eliminados al pasar por un vapor.

g. Pasteurización.

La pasteurización del jugo se da en cambiadores tubulares o de placas, en donde se alcanza una temperatura de 92-95 °C durante 30 segundos, este tratamiento térmico, asegura la estabilidad microbiológica y evita pérdidas de componentes.

h. Envasado.

El zumo es enfriado hasta una temperatura de 4 °C y envasado en envases de diferentes materiales y capacidades, para posteriormente ser distribuidos.

i. Almacenamiento.

Una vez ya sellado el producto es puesto en un lugar de almacenamiento, con una temperatura adecuada, libre de exposiciones al medio externo y listo para su comercialización.

4. Desventajas de la industrialización

Dentro de la industrialización del jugo de naranja, existen diferentes inconvenientes, uno de ellos es que la naranja además de ser una fruta rica en vitamina C, también contiene cantidades altas de fructosa, dicho elemento que puede aumentar los niveles de triglicéridos y desencadenar en efectos negativos sobre la salud; es por esto que la Asociación Americana de Diabetes (ADA), recomienda que el consumo de fructosa sea menor al 10 % de la ingesta energética, es decir hasta 60 g no se vería afectado. Además cuando la fruta no está fresca su valor nutricional se reduce en un 80 %, (Zenteno-Ramírez et al., 2015)

Otro problema al empezar la industrialización de la fruta, es la falta de buenas prácticas agrícolas por parte de los productores, ya que muchas veces no dan un adecuado manejo post cosecha a la fruta y esto afecta significativamente. Los principales problemas que se encuentran en la recepción de la naranja están: madurez inadecuada, golpes, podredumbres y plagas. Las mismas que no pueden ser procesadas, de esta forma perdiendo económicamente el productor y la empresa. Una vez industrializado el jugo de naranja, al igual que de otras frutas, tiene diferentes desventajas o aspectos negativos como: el riesgo de diarrea, flatulencias, debido a que los hidratos de carbono como la fructosa y el sorbitol no son absorbidos en el intestino delgado y llegan al colon, en donde son fermentadas por las bacterias intestinales, dando como reacción CO₂ y ácido; aunque el jugo de naranja, es uno de los jugos con mayor equilibrio entre glucosa y la fructosa.

Un inconveniente suscitado en la industrialización del jugo de naranja, se encuentra en la pasteurización, ya que de no hacer correctamente este proceso, en la temperatura y el tiempo correcto, existe el riesgo de que existan agentes patógenos en el jugo; otra desventaja en la transformación, de los jugos de frutas en general es la alergia, especialmente en niños que han desarrollado esta reacción, hacia los colorantes y aditivos empleados en la industrialización, (Española de Pediatría, 2003).

I. CLARIFICACIÓN

Naranjo & Reyes, (2015), mencionan que la clarificación de jugos ha sido una práctica muy empleada por la industria alimenticia durante muchos años ya que busca mejorar la apariencia general de los productos. Actualmente, se usan las enzimas como alternativa principal para la clarificación. Pinto, (2002), define a la clarificación se define como la reducción de la viscosidad y eliminación del material enturbiantes, esta turbidez es causada por pectinas; polisacáridos de ácido poligalacturónico que se encuentra en la pared de las células vegetales. Para conseguir la clarificación, se debe tratar el zumo con pectinasas, enzimas que eliminan estas pectinas, permitiendo que las proteínas se atraigan e interaccionen unas con otras, creando agregado, que coagulan y precipitan.

La clarificación es un paso muy importante en la industria de los jugos, ya que clarificar se define como; eliminar la pectina y otros carbohidratos que se encuentran presentes en el jugo, (Tastan & Baysal, 2015).

Se han empleado diferentes técnicas, como: flotación, floculación y calentamiento, microfiltración, además de productos químicos como el hidrosulfito de sodio y colorantes textiles, en el caso de la panela. Para obtener productos de calidad nutritiva y organoléptica a través del control de variables se están utilizando plantas mucilaginosas como clarificadoras naturales. Un clarificador natural es una sustancia que tiene la propiedad de hacerla clara, limpiar o darle transparencia al producto aplicado, (Quezada, 2014).

1. Historia de la clarificación

La clarificación es un proceso muy antiguo, no solo en jugos, también en clarificación de agua y otros sistemas acuosos, estudios datan desde la antigüedad la clarificación de vinos, conociendo los beneficios, aunque sin saber las causas que lo originaba, en el Antiguo Egipto la cerveza era más popular que el vino, sin embargo, se han evidenciado estudios de un machacado de uvas para extraer el vino, consecuentemente luego de la fermentación se hacía un filtrado dando lugar a una clarificación, (Mariño, 1995).

2. Beneficios de la clarificación.

El término clarificación del jugo implica una condición inmediata del jugo. Al realizar este proceso se evita muchos problemas posteriores, ya sea en el almacenamiento, como en la comercialización, actúa sobre el jugo eliminando, los elementos de turbidez en suspensión, controla la composición nutricional del jugo, aumentar la calidad, dándole una apariencia agradable al consumidor, Delteil, (1995). La clarificación en el procesamiento de los jugos se consigue mediante diferentes métodos como: microfiltración, tratamiento enzimático o mediante el uso de algún clarificante común, como la bentonita, stabifix, caseínas, etc.; dentro de estos elementos, también encontramos el quitosano, que puede ser utilizado como un agente alternativo para la clarificación de los jugos, aunque puede verse obstaculizado debido a su solubilidad en ácidos orgánicos. (Chatterjee, Chatterjee, & Chatterjee, 2003).

Mediante la clarificación se consigue una de las características más importantes que el consumidor exige, la limpidez o que el jugo no tenga turbidez, el producto no simplemente basta con que sea de buena calidad, si este esté turbio o el jugo contiene precipitado, al consumidor no le atraerá el producto, por ende es una ventaja muy grande realizar la clarificación, con cualquier método para contrarrestar la turbidez, (Mendivéz Vásquez & Minchón, 2010).

3. Principales clarificantes de jugos.

Los tipos de clarificantes son de dos grupos: de naturaleza orgánica y de naturaleza inorgánica o mineral. Los clarificantes de naturaleza orgánica se dividen a su vez en: clarificantes de naturaleza orgánica animal y clarificantes de naturaleza orgánica vegetal. Los primeros están constituidos por productos que se caracterizan por su coagulación, al ponerse en contacto con los sistemas a clarificar, como, leche, agua, vino etc. Dentro de este grupo se encuentran la clara del huevo y sus derivados, las gelatinas, colas, caseínas, mientras que los clarificantes de naturaleza orgánica vegetal, son productos cuyo modo de acción es mecánica, siendo muy pocos usados, en el cual la principal, es la celulosa o pasta de papel, la cual es utilizada para la clarificación y los clarificantes de naturaleza inorgánica, son los minerales como, la bentonita, gel de sílice, carbón activado, cuyo modo de acción es mecánica, casi parecido al sistema de los clarificantes de naturaleza orgánica vegetal, estos se depositan en el fondo arrastrando los sólidos en suspensión, (Curt, 2009).

Pero sea cual sea su origen la principal acción del clarificante, es quitar el aspecto turbio al sistema acuoso, sin dejar olor, sabor o aspecto extraño en la sustancia a clarificar, adema de que sea fácil su preparación y fácil conservación. Existen diferentes factores, para que se lleve a cabo una buena clarificación, estos factores son el reposo, la temperatura, el tiempo, Curt, (2009). Con el avance del tiempo se han utilizado diferentes métodos y se han ocupado diferentes tipos de clarificantes, para los diferentes sistemas que se desee clarificar. Se ha comprobado también el efecto del procesamiento de dióxido de carbono a alta presión, reduciéndose las partículas notablemente, (Briongos et al., 2016).

J. QUITINA.

La quitina es la sustancia orgánica más abundante en el medio ambiente, después de la celulosa, es un biopolímero lineal, altamente insoluble en agua, se disuelve rápidamente en ácidos concentrados en algunos fluoroalcoholes y soluciones de cloruro. La quitina es el segundo polisacárido de mayor abundancia en la naturaleza, su estructura molecular del polímero, posee excelentes propiedades

mecánicas, las cuales permiten la formación de fibras y de películas biodegradables, entre las principales se encuentran, el quitosano la astaxantina, las proteínas, (Matsumoto, 2011).

K. QUITOSANO

El quitosano es un producto natural que es obtenido mediante la desacetilación de la quitina. El quitosano es un polímero de alto peso molecular, como se muestra en la (Figura 2). Una de las características principales es que es biodegradable, que se utiliza en la industria de la medicina, cosmetología, alimentos y agrícola, (Luna & Luna, 2004).

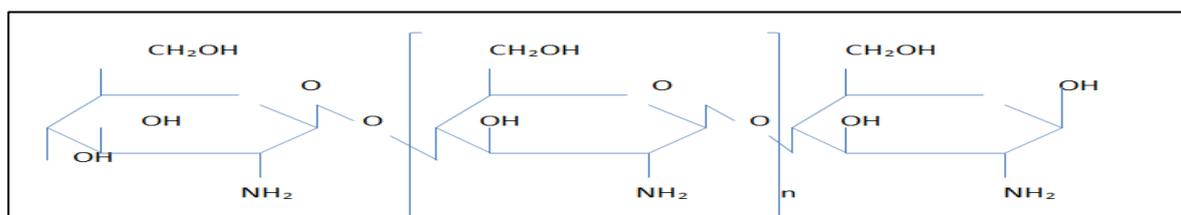


Figura 2. Estructura del quitosano, (Sociedad Iberoamericana de Quitina, 2015).

El quitosano o también denominado quitosana o quitosano es un polímero lineal, formado de unidades de glucosamina, que es una forma desacetilada de la N-acetil glucosamina, la unidad la cual forma la quitina, de hecho por la forma como se produce el quitosano se considera que es un derivado de la quitina. Desde un punto de vista se considera a la quitina y al quitosano como una sola familia de moléculas poliméricas formadas por unidades de N-acetil glucosamina y de glucosamina.

Tanto la quitina como el quitosano se encuentran de forma natural, pero la cantidad de quitina obviamente es mucho mayor, es por eso que el quitosano se obtiene de la quitina, en particular se obtiene de los caparzones de camarones, cangrejos y langostas, que sean descartados de los respectivos procesos industriales para posteriormente obtener la quitina y luego el quitosano, (Sociedad Iberoamericana de Quitina, 2015).

1. Reseña histórica del quitosano

El quitosano, es un polisacárido biodegradable, obtenido de la desacetilación de la quitina, actualmente tiene variados usos, en diferentes tipos de industrias. El quitosano, fue descubierto en el año de 1859., por C. Rouget, que luego de experimentar la quitina, con una solución caliente de hidróxido de potasio, descubrió que se obtiene, un producto, soluble en ácidos orgánicos. Esta quitina modificada como él lo denominó se coloreaba en un tono violeta, mientras que la quitina original, era de color verde. Posteriormente en el año de 1894, Hoppe-Seyler, denominó a esta sustancia con el nombre de quitosano, Lárez Velásquez, (2003). Hoy en día se produce el quitosano, a partir de residuos de las industrias pesqueras y del procesamiento industrial de las setas, (Matsumoto, 2011).

2. Fuentes de quitosano

El quitosano es un biopolímero degradable, que se encuentra en grandes cantidades en la naturaleza, muchas veces, formando parte de residuos, que luego contaminan el medio ambiente y es un gasto eliminar, para las empresas generadoras de estos residuos, Barra, Romero, & Beltramino, (2012). El quitosano, se deriva de la quitina, la cual es el componente estructural del exosqueleto de insectos, crustáceos, artrópodos, etc. También este biopolímero se encuentra en la pared de algunos hongos. El contenido de quitina en los crustáceos, oscila entre el 2 y 12 % del total de la masa corporal, dependiendo de la especie, su ciclo reproductivo, y la parte del organismo, (Pacheco & Extracci 2010).

Los hongos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Phycomycetos*, entre otros, presentan en su pared celular quitina y por lo tanto quitosano, siendo el grupo de hongos, que aportan significante como materia prima, para la extracción de estos elementos, Synowiecki & Al-Khateeb, (2003). Los crustáceos, como: cangrejos, jaibas, camarones, langostinos, entre otros, mundialmente son la mayor fuente de quitina y quitosano, el exoesqueleto, contiene alrededor de 15- 40 % de quitina, además de proteínas, carbonato de calcio, pigmentos, entre otros. Es decir la fuente de quitosano, más importante, se encuentra como residuo de la industria pesquera, que muchas veces es tratada como residuo, (Pacheco & Extracci, 2010).

3. Métodos de obtención del quitosano

a. Método químico.

La forma de obtener el quitosano, es someter a la quitina a la acción de un medio alcalino, muy concentrado, a temperaturas superiores a 60 °C, esto da como resultado la reacción de desacetilación. Esta reacción significa la pérdida del resto acetilo del grupo amino del carbono 2, dando lugar al quitosano, en si el quitosano es el derivado más importante de la quitina. Este es un método químico, (Barra et al., 2012).

El quitosano, existe en baja concentración en la quitina propiamente dicha y se obtiene con diferentes grados de desacetilación, también se encuentra en la pared de algunos hongos, pero en menor proporción que la quitina, Barra et al., (2012). La quitina se encuentra en el exoesqueleto de los crustáceos, de dicho elemento se deriva el quitosano, el cual se extrae industrialmente, por medio de procesos químicos sucesivos de desproteización en un medio alcalino, desmineralización en medio ácido y blanqueo mediante agentes decolorantes, (Matsumoto, 2011).

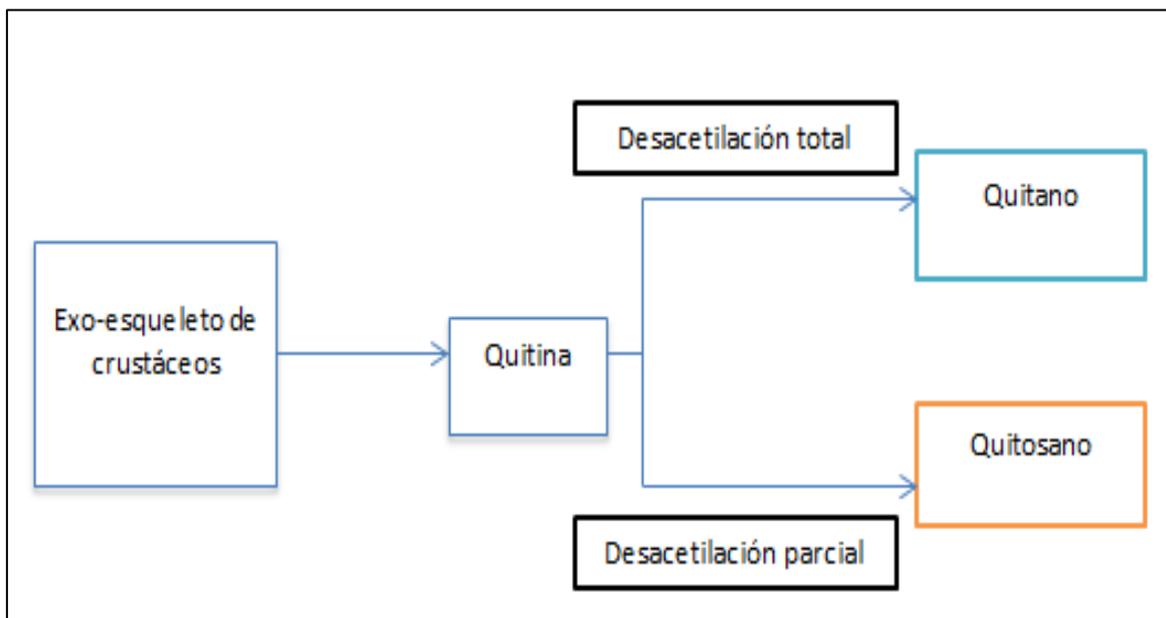


Figura 3. Esquema elemental de la producción de los derivados de la quitina, (Zulay Marmol, 2011).

b. Método biológico.

Este proceso se da mediante el uso de enzimas, la quitindeacetilasa, es la enzima que cataliza, la conversión de quitina a quitosano, mediante una desacetilación de los residuos, esta enzima se encuentra en algunos tipos de hongos. Este proceso tiene la ventaja de producir quitosano, con mayor uniformidad en cuanto a la grado de desacetilación y polimerización a diferencia del método químico, (Pacheco & Extracci, 2010).

4. Propiedades fisicoquímicas del quitosano

Las propiedades del quitosano, son muy parecidas a la de la celulosa, tanto en su estructura química, como en su reactividad, debido a la presencia de grupos amino en la cadena polimérica del quitosano es un material muy versátil. Es un poli electrólito catiónico natural con un pKa alrededor de 6,5, lo cual le da propiedades muy particularidades.(Lárez Velásquez, 2003). Las principales propiedades físico-químicas del quitosano son: la solubilidad, la viscosidad, el peso molecular y el grado de desacetilación. Como se muestra en el cuadro 4.

a. Solubilidad.

El quitosano es insoluble en disolventes orgánicos puros, pero si es soluble en ácidos, debido a la presencia de su grupo amino libre, que al ser protonados, empiezan a generar repulsiones en la cadena generando la solubilización. Diferentes tipos de ácidos, como el fórmico, acético, láctico, son usados para su disolución, pero el ácido sulfúrico no es recomendable, debido a las atracciones iónicas, de la cadena producida por el anión divalente del sulfato, (Pacheco & Extracci, 2010).

b. Viscosidad.

El quitosano forma soluciones viscosas en varios ácidos orgánicos, la viscosidad, depende directamente del peso molecular, también de: la temperatura, el grado de desacetilación, el solvente utilizado.

c. **Peso molecular.**

Existen diferentes métodos para determinar el peso molecular, como es la viscosimetría, la dispersión de luz y la cromatografía de permeabilidad en gel. El peso molecular del quitosano está en 10^5 a 5×10^3 , (Pacheco & Extracci, 2010).

d. **Grado de desacetilación.**

El grado de desacetilación puede ser mediante, titulación potenciométrica, la prueba de ninhidrina, cromatografía líquida de alta resolución, entre estos métodos, el más utilizado es la espectroscopia de infrarrojo transformada de Fourier, por ser un método muy rápido; el grado de desacetilación se encuentra aproximadamente en un rango de 60-75, (Mármol, Páez, Rincón, Araujo, & Aiello, 2011).

Cuadro 4 .PROPIEDADES GENERALES DE LA QUITINA Y EL QUITOSANO.

| Propiedad | Quitina | Quitosano |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Peso molecular ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) | 1×10^6 a $2,5 \times 10^6$ | 10^5 a 5×10^3 |
| Grado de acetilación | >40 | 0-40 |
| Viscosidad (Cps) 1% en á. acético | Non soluble | 200-2000 |
| Humedad (%p/p) | 8-10 | 6-7 |
| Solubilidad | DMAc-LiCl/TCA-MC | Ácidos diluidos |

Fuente:(Pillai, Paul, & Sharma, 2009).

5. **Obtención del quitosano**

El quitosano es la forma N-desacetilada de la quitina, es una modificación de la quitina y tiene propiedades más avanzadas de reactividad y solubilidad. El quitosano se obtiene de sustituir los grupos acetamido por grupos amino, al tratar la quitina con álcalis fuertes, se ha descrito usualmente como un polímero catiónico lineal biodegradable de alto peso molecular de fácil aplicación y muy amigable con el medio ambiente. Se disuelve en soluciones diluidas, de la mayoría de ácidos orgánicos, tales como ácido fórmico, ácido acético, ácido cítrico y tartárico, también

en ácidos minerales su grado de desacetilación varía de un 60 % hasta un 90 %, (Zulay Marmol, 2011).

El quitosano también se puede encontrar de forma natural en algunas paredes de plantas y hongos, sin embargo la fuente más importante en cuanto a nivel industrial se encuentra en la quitina, que por medio de desacetilación ya sea química o enzimática se consigue a gran escala, Lara, (2008). Debido a la amplia actividad antimicrobiana del quitosano junto con sus bondades como agente floculante, coagulante, antioxidante y reducir ciertas reacciones que tienden a disminuir la calidad de los alimentos, (Romero, 2013).

6. Ventajas del uso del quitosano

Variados son los usos y aplicaciones del quitosano, pero múltiples, también son las ventajas de utilizar el quitosano. En primer lugar, las principales fuentes de quitosano, son los residuos pesqueros, al utilizar el quitosano, se está siendo amigable con el medio ambiente, debido a que se industrializa un subproducto, muchas veces tratado como desperdicio, que luego es un foco de contaminación al no ser tratado correctamente, (Matsumoto, 2011).

Se dice que el uso del quitosano, es amigable con el medio ambiente, debido a que es un polímero biodegradable, que como fuente principal, tiene el exoesqueleto de crustáceos. Diversas son las ventajas que brinda, la utilización del quitosano, como también variados son los campos de aplicación, siendo los más importantes los siguientes: usos médicos, uso en la agricultura, en el área de alimentos, uso industrial por ejemplo en el área de alimentos, el quitosano, ofrece una amplia gama de beneficios, debido a sus propiedades, actividad bactericida, actividad fungicida, antiviral, estimulante del crecimiento, capacidad inductora. Estas propiedades hacen del quitosano un biomaterial sumamente importante e innovador en el campo de los alimentos, (Lárez & Velásquez, 2008).

Por las propiedades del quitosano, se le ha dado diversos usos a este biomaterial, como es: recubrimiento de frutas, alimentos con películas, clarificación de jugos,

matrices para la liberación de agroquímicos, etc. Los cuales han sido probados y están siendo aprovechados al máximo, debido a su fácil aplicación y ventajas de utilización. El quitosano, se ha posicionado como un importante biomaterial, que además de sus propiedades antimicrobianas, anti fúngicas, entre otras, es un material biodegradable con baja toxicidad. Es de fácil utilización, diversos campos de aplicación y múltiples beneficios debido a sus características, (Jennings & Bumgardner, 2016).

7. Desventajas del uso de quitosano.

Pocas son las desventajas del uso del quitosano, en relación a sus beneficios. Entre las desventajas que se puedan decir son: la solubilidad del biopolímero a valores de pH mayores a 6,5, por lo que se debe modificar químicamente al quitosano para generar materiales más solubles, en un rango más amplio de pH, especialmente para el tratamiento de aguas, (Lárez & Velásquez, 2008).

Otra desventaja significativa, especialmente para las empresas que están empezando con la aplicación del quitosano, es el reconocimiento por parte de entes gubernamentales. En varios países de Latinoamérica, se ha dado, incluso que tienen que exportar a otros países la materia prima y luego adquirir el producto terminado. Otra discrepancia es que el quitosano, puede ser contradictorio para las personas alérgicas a los mariscos, aunque las personas son alérgicas a la carne del marisco no a su exoesqueleto. Existen estudios en donde se ha utilizado el quitosano para combatir la alergia alimentaria, (Bae, Shin, Kim, Kim, & Shon, 2013).

8. Aplicaciones del quitosano

Según, Velásquez, (2003), manifiesta, que el gran número de trabajos que existen sobre este versátil material es conveniente realizar una clasificación por área sobre las aplicaciones que se le han ido dando, que se presenta en el cuadro 5. Además se presentan algunas de ellas a continuación:

a. Química analítica.

Se encuentra las aplicaciones cromatografías, intercambiadores de iones, fabricación de electrodos para metales, entre otros.

b. Biomedicina.

Investigaciones lo definen como membrana de hemodiálisis, sustituyentes artificiales de la piel, agente cicatrizante para quemaduras, también como transporte de agentes anticancerígenos en tratamiento de tumores, etc.

c. Dietéticos.

Adelgazantes ya que este polímero actúa como atrapador de grasa en el estómago.

d. Agricultura.

En el recubrimiento de semillas para su conservación, durante el almacenamiento, sistemas liberadores de fertilizantes, aditivo para alimentos de animales, formulación de productos químicos, etc.

e. Tratamiento de aguas.

Actúa como agente floculante, agente coagulante para la remoción de metales etc.

f. Industria alimentaria.

En la industria alimentaria el quitosano es usado en aditivos de alimentos como: espesante, emulsificante, recubrimiento y protector comestible además de usarse en procesos netamente industriales como clarificante de vinos, bebidas, (Zulay Marmol, 2011).

Cuadro 5. APLICACIONES DE LA QUITINA Y EL QUITOSANO EN EL ÁMBITO AGROPECUARIO.

| Usos | Biopolímero | Propiedades aprovechadas | Cultivo |
|---|-------------|---|---|
| Películas para recubrimiento de frutos, hojas, semillas y vegetales frescos | Quitosano | Antimicrobiana | Cítricos, mangos, toronja, papaya, tomate |
| Clarificación de jugos de frutas | Quitosano | Coagulante-floculante | Pera, toronja, limón, manzana |
| Protección de plántulas | Quitosano | Funguicida | Vino de uva, tomate |
| Liberación controlada de agroquímicos | Quitosano | Formación de hidrogeles, labilidad de derivados | Arándano |

Fuente: (Lara, 2008)

9. Aplicaciones del quitosano en la industria alimentaria.

Múltiples son los estudios, abalizando el uso del quitosano en la industria alimentaria debido a sus propiedades y ventajas, al aplicar en este variado campo, como es el alimentario. El quitosano ha sido utilizado como agente antimicrobiano, debido a que presenta varias ventajas en relación a otros tipos de envases activos, el quitosano posee mayor actividad antibacteriana, un espectro de acción más amplio y una tasa de inhibición mayor, además de presentar menor toxicidad. El uso del quitosano ha disminuido la multiplicación de una amplia gama de bacterias, presentes en alimentos de origen animal y vegetal, (Valenzuela & Ignacio, 2012).

Para contrarrestar un modelo de alergia alimentaria se ha utilizado, el quitosano, dando como resultado que este biopolímero, podría ser útil para una terapia contra las alergias alimentarias, Bae et al., (2013). También se ha realizado el estudio de la funcionalidad del quitosano, debido a su potencial antioxidante y antibacteriano, en el envasado de alimentos activos, concluyéndose, que se puede utilizar el quitosano

para este fin, (Moreno et al., 2016). Asimismo se puede utilizar como un conservante natural en diferentes alimentos o frutas, es el caso de los fideos, que en este alimento se ha comprobado, que el quitosano no afecta la calidad y no interfiere en las propiedades físicas del mismo, aumentando eso si el tiempo de almacenamiento, demostrando así su funcionalidad como conservante, (Klinmalai et al., 2017).

El efecto antimicrobiano del quitosano, no altera las propiedades sensoriales del salmón atlántico, en este estudio se evaluó por seis meses las propiedades sensoriales del salmón, demostrándose que con la aplicación del quitosano, se redujo el número de microorganismos presentes y las características organolépticas del producto no se vieron afectadas.(Soares et al., 2016). Igualmente se ha realizado estudios, para saber si el quitosano, se puede utilizar como floculante en la clarificación de cerveza, encontrándose que la acción de eficacia es mejor que la bentonita tradicional y de stabifix, (Gassara et al., 2015).

10. El quitosano usado en la clarificación de jugos.

El quitosano ha sido probado en muchos ámbitos de la industria agroalimentaria, ya sea como agente anti fúngico, inductor de resistencia, etc. En la industria de los jugos de frutas, ha sido probado en diferentes aspectos. Según, Castro, (2012), el quitosano proveniente de las cáscaras de crustáceos, es una ayuda alternativa para la aclaración de jugo de frutas, ya que es un adsorbente natural y amigable con el medio ambiente, en el estudio citado se llevó a cabo variando la concentración de quitosano, frente a factores como pH, tiempo y velocidades de rotación, encontrándose con excelentes resultados. Otro estudio, Rungssardthong et al., (2005), expresan que el quitosano antifungico demostro ser altamente efectivo en la reduccion de la turbidez del jugo de manzana, obteniedose jugos mas claros, luego de ser usado un quitosano con grado de desacetilacion al 86 %.

Se logró una clarificación estadísticamente similar al tratamiento por medio de agentes enzimáticos, en cuanto a turbidez y sólidos solubles totales. Aunque en el color existieron diferencias significativas entre el tratamiento con quitosano y el

control. Pero en cuanto a clarificación el quitosano funciona como otros agentes ya probados. El uso del quitosano en la clarificación de jugos tiene efectos positivos, debido que ayuda con la disminución de acidez, evita el pardeamiento y alarga la vida útil debido a su acción antimicrobiana, (Naranjo & Reyes, 2015).

Otro estudio en el cual se utilizó el quitosano como agente clarificante en la industrialización del jugo de granadilla, se observó que las características organolépticas del jugo se no vieron afectadas, al utilizar el quitosano. Además que utilizando este clarificante, se crea un método rápido y de fácil aplicación. En conjunto, las características del jugo, no se ven afectadas, y es equivalente a los métodos tradicionales de clarificación, como el uso de bentonita y gelatina, (Tastan & Baysal, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Localización

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias y en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2. Condiciones meteorológicas

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

| | |
|-----------------------|---------|
| Temperatura promedio | 13,5 °C |
| Humedad relativa | 67,6 % |
| Precipitación, mm/año | 170,17 |

Fuente: Estación Agrometeorológica, FNR-ESPOCH. (2010).

3. Duración.

El presente trabajo de campo tuvo una duración de 60 días.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó 24 litros de jugo de naranja, distribuidas en 4 tratamientos experimentales, cada una con 3 repeticiones, donde el tamaño de las unidades experimentales fue de 2 litros del jugo de Naranja.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizó para la presente investigación fueron:

1. Materia prima.

- Naranja
- Agua
- Azúcar

2. Reactivos.

- Estabilizantes
- Azúcar
- Quitosano

3. Materiales.

- Equipo de protección personal
- Cofia
- Mascarilla
- Guantes
- Mandil
- Botas
- Mesa
- Exprimidor
- Cuchillos
- Cedazos
- Recipientes de plásticos.
- Ollas.
- Cucharas.
- Asas de cultivo.
- Agua destilada
- Agua pectonada
- Alcohol
- Cajas petrifilm
- Agar PDA

- Agar PCA
- Frascos para muestras.

4. Equipos de laboratorio.

- pH-metro
- Colorímetro
- Brixómetro.
- Turbidímetro
- Olla auto clave
- Estufa
- Cámara de cultivo
- Reverbero

5. Instalaciones.

- Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Laboratorio de la Facultad de Ciencias

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de diferentes niveles de quitosano (250, 500, 750 mg/l), para la clarificación del jugo de naranja. Para esto se contó con 3 tratamientos experimentales, cada uno de ellos con 6 repeticiones distribuidas bajo un diseño completamente al azar, donde el T.U.E (Tamaño de Unidad Experimental) fue de 2 litros de jugo y que para su análisis se ajusta al siguiente modelo lineal indicado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| Y_{ij} | Variable experimental |
| μ | Media general |
| T_i | Efecto del tratamiento |
| ϵ_{ij} | Efecto del error experimental |

1. Esquema del procedimiento.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

| Tratamiento | Código | T.U.E* | Repeticiones | Total(tratmientos) |
|-----------------------|--------|--------|--------------|--------------------|
| 0 | T1 | 2 | 3 | 6 |
| 250mg de quitosano | T2 | 2 | 3 | 6 |
| 500mg de quitosano | T3 | 2 | 3 | 6 |
| 750mg de quitosano | T4 | 2 | 3 | 6 |
| TOTAL | | | | 24 |

T.U.E: Tamaño de unidad experimental, 2 litros.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron fueron las siguientes:

1. Análisis físico-químico.

- Turbidez. (Unidades Nefelométricas de Turbidez.)
- Colorimetría.
- Sólidos totales (°Brix)
- pH (1-14)

2. Análisis organoléptico.

- Color (5puntos)
- Olor (5puntos)
- Sabor (5puntos)
- Aceptabilidad (5puntos)

3. Análisis microbiológico.

- Recuento de mohos y levaduras UFC/cm³

- Coliformes UFC /cm³
- Recuento estándar en placa UFC/ cm³

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- Análisis de Varianza.
- Separación de medias según Tukey (P<0.05).
- Análisis de regresión y correlación al mejor ajuste de la curva.
- Ranking-test para variables no paramétricas

El esquema del análisis de varianza se detalla a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. ANÁLISIS DE VARIANZA

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|
| Total | 23 |
| Tratamientos | 3 |
| Error | 20 |

Fuente: Almendaris, M. (2016).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Recepción y pesaje de la materia prima

Primero se receipta la materia prima, en este caso la naranja y se pesa.

2. Selección

En esta fase se selecciona la naranja, que tenga un grado de madurez óptimo y no se encuentre con daños en la superficie, ya que esto afectaría la calidad y el sabor del jugo.

3. Lavado

Se procede a realizar un lavado para eliminar las impurezas, se utiliza una solución de hipoclorito de sodio al 1 %.

4. Cortado y exprimido

Se corta la naranja en mitades y posteriormente, con la ayuda de un exprimidor se procedió a exprimir el jugo, en el mismo se extrae pectinasas.

5. Tamizado

Se pasó por un cedazo, para eliminar, las pepes y pedazos de cascara, que han podido surgir en el exprimido de la naranja. En este paso de la elaboración del jugo, se adiciona el conservante, sorbato de potasio. Se separó, dos litros para cada tratamiento, en el primer tratamiento no se adiciona nada, para la clarificación. En los dos litros posteriores se adiciona 250 mg de quitosano, luego en otros dos 500 mg y por último en los dos litros de jugo de naranja se colocó los 750 mg.

6. Reposo

Para que actuara y se lleve a cabo el proceso de la clarificación, actuando el quitosano, se deja por 1 hora en reposos el jugo, observándose como los sólidos en suspensión empiezan a formar una capa coloidal en la cima del jugo.

7. Pasteurización.

El jugo, para asegurar su calidad e inocuidad es pasado por una etapa de pasteurización, en donde se logra eliminar microorganismos patógenos, este proceso se lo realiza a una temperatura de por un tiempo de 30 minutos.

8. Enfriado

El zumo es enfriado hasta una temperatura de 4 °C y envasado en envases de vidrio, para posteriormente ser almacenados.

9. Conservación.

El jugo se coloca a una temperatura de 4°C (refrigeración), para conservar el producto y mantener sus características sensoriales, siendo un gran parámetro de aceptación para el consumidor.

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

1. Análisis físico-químico

Se determinaron los siguientes parámetros físicos químicos, en el laboratorio de Calidad del Agua, de la Facultad de Ciencias.

a. Turbidez.

Para medir este parámetro, se procedió de la siguiente manera. Se llenó de las diferentes muestras del jugo de naranja, hasta el borde del frasco indicado por el Turbidímetro (200 ml). Luego se insertó en el Turbidímetro. Posteriormente se da lectura a la cantidad expresada por el Turbidímetro, en NTU.

b. Colorimetría

En este parámetro, se midió 10 ml de las diferentes muestras del jugo clarificado con quitosano, luego se llevó con 40 ml de agua destilada, llevando la solución a la 50, posterior a esto se colocó en el colorímetro y se dio la lectura respectiva.

c. Sólidos Totales

El análisis de sólidos totales se lo realizó con la ayuda del Brixómetro, para ello primero se lavó el Brixómetro con agua destilada, luego se secó para proceder a encerrar. Posteriormente se añadió aproximadamente unas 4-5 gotas del jugo y se tomó la lectura. Luego se retiró la muestra del prisma y con agua destilada se lo limpia muy cuidadosamente.

d. pH

Para medir el pH del jugo, de los diferentes tratamientos y repeticiones se lo hizo de la siguiente manera: Se utilizó un pH-metro digital, el cual primero se lo lavo con agua destilada y se lo seco. En un vaso de precipitación, se colocó cada unidad a medir de los diferentes tratamientos y repeticiones (Aproximadamente 25 ml). Se procede a introducir el pH-metro y cuando deje de titilar, se estabiliza y se procedió a tomar la lectura del valor del pH correspondiente al jugo. Estos valores vienen representados en la escala del 1 a 14.

e. Análisis organoléptico

Para el análisis organoléptico del jugo de naranja clarificado con quitosano se calificó los siguientes parámetros; color, olor, sabor, y aceptabilidad, en donde se calificó del uno al cinco, de acuerdo a la percepción del catador, en el cuadro 9 se especifica la valoración y la interpretación.

Cuadro 9. VALORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN PARA LA CATACIÓN

| | |
|---|-----------|
| 1 | Malo |
| 2 | Regular |
| 3 | Bueno |
| 4 | Muy Bueno |
| 5 | Excelente |

Esta prueba se realizó en la sala de cata del Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, para esto se utilizó personas con criterios y conocimientos sobre análisis sensorial y que anteriormente ya habían realizado cataciones (jueces semi-entrenados). Para evitar valoraciones inducidas o erróneas, se realizó por diferente la valoración primero del color. En un tubo de ensayo se colocó aproximadamente 10ml de jugo de los respectivos tratamientos (0, 250, 500 y 750 mg/l) y se procedió a que continúen con la valoración. Los siguientes parámetros de sabor, olor y aceptabilidad, se realizó en vasos con 20 ml de jugo de naranja., los jueces valoraron, según sus percepciones y también en la hoja modelo de cata se receptaban observaciones expresadas por los jueces. En el anexo número 2 se indica el modelo de la hoja de cata.

f. Análisis Microbiológico

En lo concerniente al análisis microbiológico, se determinó lo siguiente:

(1) Recuento de mohos y levaduras UFC/cm³

Para el análisis microbiológico de mohos y levaduras, se utilizó el agar PCA. Primero se preparó el agua peptonada, para esto nos basamos a la indicación de la etiqueta del envase para colocar las cantidades y volúmenes requeridos, luego se colocó en un frasco termo resistente y se homogeniza, posterior a esto se auto clava sin cerrar totalmente el tapón de rosca. Para reparar el medio de cultivo se realizó de la siguiente manera:

- Se pesó el agar, se disuelve en agua destilada y se colocó en el reverbero con un agitador magnético, hasta que llegue a punto de ebullición.
- Posteriormente se dejó enfriar y se colocó en el autoclave.
- En el autoclave también se colocó los instrumento que se va a esterilizar las pipetas, tubos de ensayo y demás instrumentos que se utilizaron durante la siembra.
- El autoclave debe llegar a 121 °C por 15-20 minutos, hasta eso se prepara las diluciones del jugo de naranja, de cada tratamiento a la 10^{-3}

- Una vez que se ha enfriado el medio, se coloca en las cajas Petri y se procede con la siembra en modo estría, con la ayuda de las asas.

Se utilizó para cada dilución una pipeta diferente, asas esterilizadas y todo el ambiente dentro de la cámara correctamente desinfectada. Una vez realizada la siembra se colocó en la cámara de incubación a 24 °C.

(2) Coliformes UFC /cm³

Para el análisis microbiológico de Coliformes se utilizó cajas Petri film. En la cámara de siembra, con la dilución preparada y el ambiente completamente aséptico, se procedió a tomar 1 ml de cada muestra del jugo a analizar (10^{-3}). Suavemente se cubre la caja, cuidando que la muestra sea uniforme en la superficie, luego se cierra y se coloca en la cámara de incubación a 37 °C por 24 horas.

(3) Recuento estándar en placa UFC/ cm³

Para realizar este análisis microbiológico de recuento estándar en placa, se realizó el mismo procedimiento del parámetro recuento de mohos y levaduras UFC/cm³. Solo que en este caso se utilizó el agar PDA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA “CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE NARANJA (*Citrus sinensis*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO”

1. Turbidez.

La turbidez del jugo de naranja al utilizar el tratamiento control fue de 1406,33 NTU al primer día, valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento 3, es decir a base de 750 mg/L de quitosano, en el que se redujo a 107,00 NTU de turbidez al primer día, a los 4, 8, 12, 16 y 21 redujo a 113,00, 95,33, 89,00, 84,64 y 80,33 NTU, respectivamente (cuadro 10), lo que significa que no solo los niveles de quitosano reducen la turbidez sino el mantener este producto en el jugo de naranja con el paso del tiempo, de esta manera se corrobora lo que manifiesta, (Naranjo & Reyes, 2015). El quitosano ha sido descrito como un polímero biodegradable, no es tóxico, su uso es muy fácil y amigable con el medio ambiente, ha sido comprobado que debido a la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano, se confiere la capacidad para coagular sustancias coloidales, es por esto que es probado en el tratamiento de aguas industriales, biomedicina, clarificación de jugos reduciendo su turbidez, (Caldera, Clavel, Briceño, Nava, & Gutiérrez, 2009).

Cuadro 10. TURBIDEZ DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Niveles de Quitosano mg/l | | | | E.E. | Prob |
|-----------------|---------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | | |
| Turbidez día 1 | 1406.33 a | 748.67 b | 480.00 c | 107.00 d | 20.86 | 5E-10 |
| Turbidez día 4 | 1525.67 a | 761.33 b | 448.33 c | 113.00 d | 26.01 | 1E-09 |
| Turbidez día 8 | 1296.00 a | 756.33 b | 361.33 c | 95.33 d | 40.12 | 1E-07 |
| Turbidez día 12 | 1275.67 a | 740.33 b | 356.67 c | 89.00 d | 34.90 | 5E-08 |
| Turbidez día 16 | 1173.00 a | 727.00 b | 342.00 c | 84.67 d | 32.54 | 6E-08 |
| Turbidez día 21 | 1107.33 a | 719.00 b | 330.67 c | 80.33 d | 38.33 | 3E-07 |

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

En un estudio realizado por, Gassara et al., (2015), indican que la cantidad de quitosano añadido en los jugos, está directamente relacionado con la turbidez, a mayor concentración, disminuye los niveles de turbidez en el jugo de granadilla, que fue probado positivamente. Mientras la turbidez del jugo del jugo de naranja están relacionados significativamente ($P < 0,01$) de los niveles de quitosano, el 97,18 % de turbidez depende de los niveles de quitosano (gráfico 1) y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, la turbidez reduce en 1,3877 puntos, lo que significa que es eficiente.

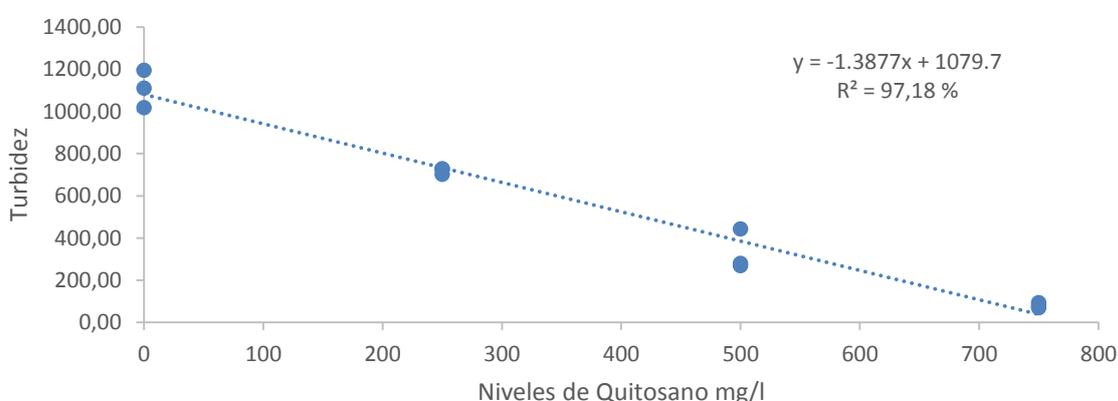


Gráfico 1. Turbidez del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

2. Color-Colorimetría

Mediante el análisis de colorimetría del jugo de naranja al utilizar el tratamiento control fue de 8696.67 al primer día, valor que difiere significativamente ($P < 0,01$) del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento con 750 mg/L de quitosano, con el cual se redujo al 1, 4, 8, 12, 16 y 21 días, a niveles de colorimetría de 1848.33, 1826.67, 1802.00, 1608.33, 1380.00 y 1241.00 color respectivamente (cuadro 11), lo que significa que no solo los niveles de quitosano reducen la intensidad de color del producto, de esta manera se puede corroborar lo que menciona, Naranjo & Reyes, (2015), puesto en el presente estudio la intensidad de color va reduciendo a medida que incrementa los niveles de quitosano de la misma manera al conservar por varios días.

Cuadro 11. COLORIMETRÍA DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Niveles de Quitosano mg/L | | | | E.E. | Prob |
|-------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | | |
| Color día 1 | 8696.67 a | 7198.33 b | 2981.67 c | 1848.33 c | 290.64 | 4E-07 |
| Color día 4 | 8777.00 a | 7198.00 b | 2757.00 c | 1826.67 c | 265.42 | 2E-07 |
| Color día 8 | 7965.33 a | 7430.00 a | 2553.33 b | 1802.00 b | 206.93 | 4E-08 |
| Color día12 | 7223.67 a | 7111.67 a | 2339.67 b | 1608.33 b | 253.25 | 3E-07 |
| Color día16 | 7066.33 a | 6893.67 a | 2153.33 b | 1380.00 b | 225.95 | 1E-07 |
| Color día21 | 6893.33 a | 6694.67 a | 2020.33 b | 1241.00 b | 180.81 | 2E-08 |

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

En el año 2016; Duran et al., (2016), indican que al aplicar el quitosano en el jugo, se logró obtener un color más claro con respecto al color inicial en la muestra patrón, lo que coincide con lo sucedido, en la clarificación del jugo de naranja utilizando los diferentes niveles de quitosano. En otro estudio realizado por, Baysal, (2017) se indica que la concentración de quitosano en el jugo, juega un papel muy importante ya que debido a una mayor concentración de quitosano el color tiene un efecto decreciente como actividad sensorial analizada en el jugo de manzana que fue probado. La colorimetría del jugo del jugo de naranja están relacionados significativamente ($P < 0,01$) de los niveles de quitosano, el 85,87 % de colorimetría depende de los niveles de quitosano (gráfico 2) y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, la colorimetría reduce en 8,6525 puntos, lo que significa que este producto mejora el color a ser menos intenso en el jugo de naranja.

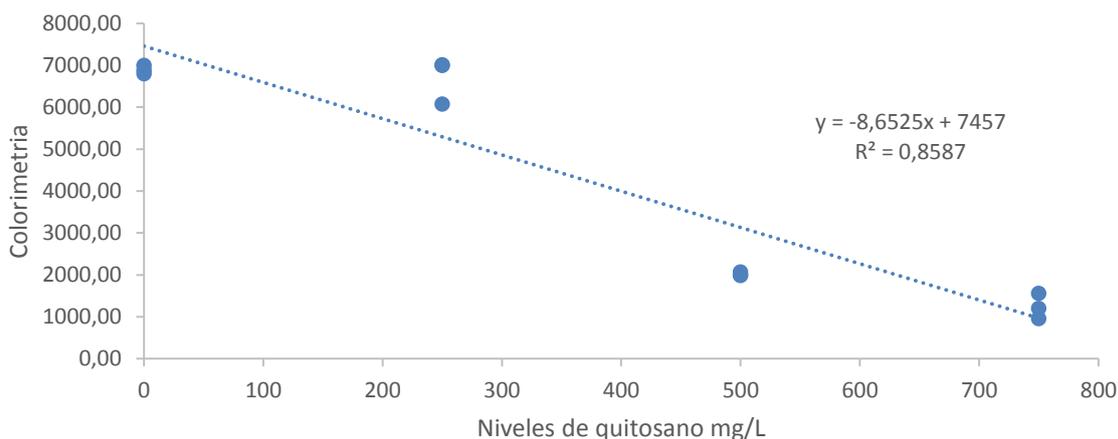


Gráfico 2. Colorimetría del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

3. Sólidos totales-Azúcares °Brix

El contenido de azúcares del jugo de naranja al utilizar los tratamientos 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano al primer día fue 10,02, 9,97, 9,87 y 9,80 °Brix valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), a los 16 y 21 días se observa que el contenido de azúcares se van reduciendo y el tratamiento control registra 9,40 °Brix, que difiere significativamente ($P < 0,05$) del resto de tratamientos, principalmente del 750 mg/L de quitosano con el cual se determinó 9,03 °Brix, lo que significa que el quitosano utiliza azúcares para reducir la turbidez razón por la cual se reduce los azúcares, y esto se observa durante el periodo de evaluación, desde el día 1, 4, 8, 12, 16 y 21 el contenido de azúcares fueron de 9,80, 9,90, 9,47, 9,37, 9,23 y 9,03 °Brix respectivamente, (cuadro 12), lo que permite mencionar que la concentración de azúcares van reduciendo constantemente en todos los tratamientos, esto quizá se deba a que la energía que requieren en el ambiente también lo obtienen de los azúcares disponibles en el medio. En el estudio citado por; Duran et al., (2016), se indica que el quitosano provoca una leve disminución de los grados °Brix, respecto al valor inicial en el jugo, en este caso, sucedió lo mismo, comparado con la muestra testigo.

Cuadro 12. AZÚCARES DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Niveles de quitosano ml/L | | | | E.E. | Prob |
|-----------------------|---------------------------|---------|---------|--------|------|------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | | |
| Azúcares °Brix día 1 | 10.02 A | 9.97 a | 9.87 a | 9.80 a | 0.13 | 0.65 |
| Azúcares °Brix día 4 | 10.20 A | 9.80 a | 9.77 a | 9.90 a | 0.19 | 0.42 |
| Azúcares °Brix día 8 | 9.83 A | 9.70 a | 9.67 a | 9.47 a | 0.14 | 0.37 |
| Azúcares °Brix día 12 | 9.80 A | 9.60 a | 9.57 a | 9.37 a | 0.09 | 0.05 |
| Azúcares °Brix día 16 | 9.63 A | 9.43 ab | 9.40 ab | 9.23 b | 0.08 | 0.04 |
| Azúcares °Brix día 21 | 9.40 A | 9.20 ab | 9.23 ab | 9.03 b | 0.06 | 0.02 |

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

El contenido de azúcares del jugo de naranja están relacionados significativamente ($P < 0,01$) de los niveles de quitosano a los 21 días, el 57,53 % de azúcares está determinado por los niveles de quitosano, como se muestra en el gráfico 3, y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, el contenido de azúcares se reduce en 0,0004 °Brix, lo que significa que este producto a medida que se incluye quitosano, el contenido de azúcares se reduce.

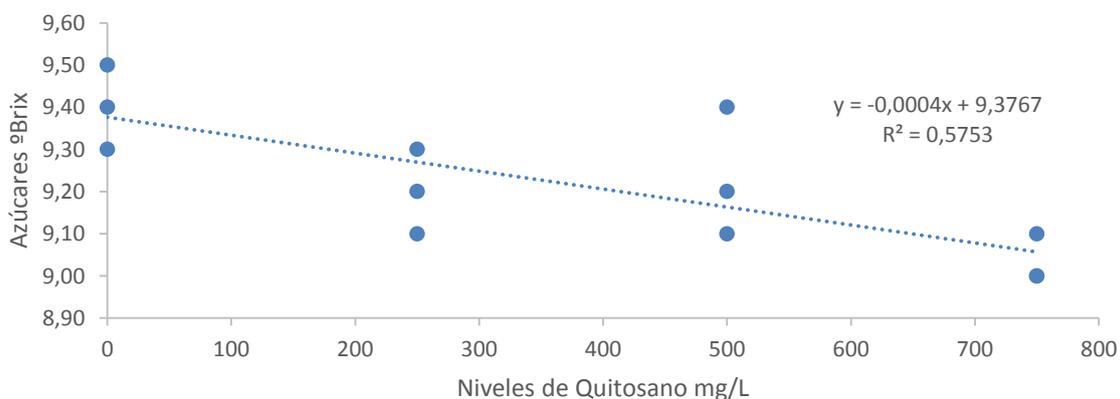


Gráfico 3. Azúcares °Brix del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

4. pH

El pH del jugo de naranja al utilizar los tratamientos 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano al primer día fue 3,89, 3,88, 3,85 y 3,80 % (cuadro 13), valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), esta particularidad se observa en todas las etapas de evaluación, lo que significa que el quitosano no influye en la modificación del potencial de hidrogeno en el jugo de naranja. El quitosano es un compuesto generalmente soluble en medios ácido, la carga positiva que se genera en el quitosano, debido a la protonación del grupo amino, aparte de hacerlo soluble en estos medios, también le otorgan la actividad biocida, (Lárez & Velásquez, 2008).

Cuadro 13. pH DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Tratamientos | | | | E.E. | Prob |
|-------------|--------------|--------|--------|--------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | | |
| pH 1er día | 3.89 a | 3.88 a | 3.85 a | 3.80 a | 0.04 | 0.47 |
| pH 4to día | 3.87 a | 3.94 a | 3.92 a | 3.87 a | 0.06 | 0.74 |
| pH 8vo día | 3.88 a | 3.92 a | 3.91 a | 3.85 a | 0.06 | 0.83 |
| pH 12vo día | 3.80 a | 3.81 a | 3.79 a | 3.74 a | 0.06 | 0.83 |
| pH 16vo día | 3.74 a | 3.73 a | 3.72 a | 3.67 a | 0.03 | 0.46 |
| pH 21vo día | 3.72 a | 3.67 a | 3.65 a | 3.61 a | 0.03 | 0.17 |

letras iguales no difieren significativamente según tukey ($p < 0,05$).

El pH del jugo del jugo de naranja analizados mediante el método de regresión lineal simple, está relacionados significativamente ($P < 0,05$) de los niveles de quitosano a los 21 días, el 44,66 % de pH está determinado por los niveles de quitosano, como se presenta en el (gráfico 4), y por cada nivel de quitosano utilizado en la bebida de naranja, el pH se reduce en 0,0001, lo que significa que este producto a medida que se incluye quitosano, el pH se reduce o se va haciendo más ácido, característica que no concuerda con lo manifestado por (Naranjo & Reyes, 2015), quien dice que hace que los productos sean menos ácidos.

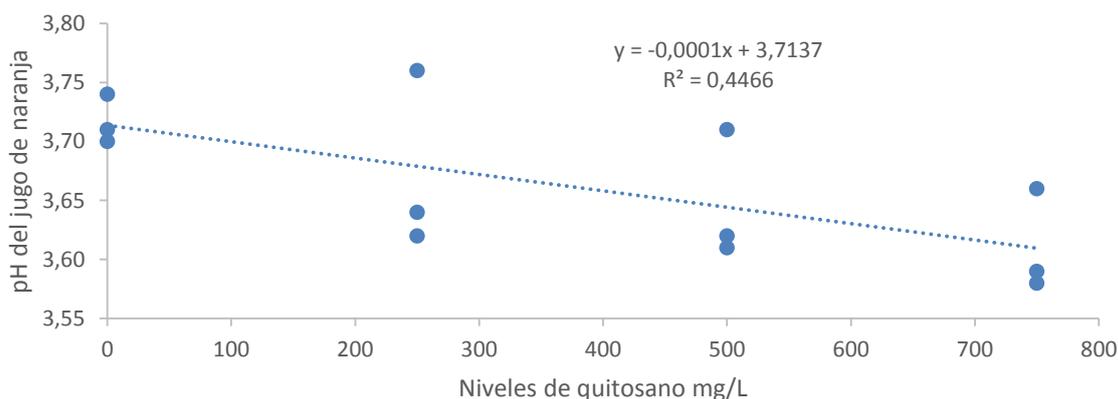


Gráfico 4. pH del jugo de naranja (*Citrus sinensis*), mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano.

B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

1. Mohos y levaduras UFC/ml

En lo concerniente a la presencia de Mohos y levaduras en el jugo de naranja clarificado con quitosano, no se registró este tipo de microorganismos (cuadro 14), por lo que se puede manifestar que el producto fue elaborado con todas las normas de calidad siendo apto para el consumo humano, y se encuentra bajo las exigencias de las normativa vigente INEN 2337 para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de Frutas y vegetales. La acción antifúngica del quitosano, determinante para esta característica presentada en el análisis microbiológico, para la determinación de mohos y levaduras, este biopolímero, ha sido probado en la conservación de alimentos, debido a su acción ante patógenos, alargando su vida útil y evitando el deterioro por ataque de mohos y levaduras, debido a su acción antifúngica, (Valenzuela & Ignacio, 2012).

Según; Pacheco & Extracci, (2010), el quitosano ha demostrado una capacidad antifúngica inhibiendo el crecimiento de hongos como: *Botritiscinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Drechtersorokiana*, *Micronectriellanivallis*, *Piriculariaorizae*, *Rhizoctoniasolana*, *Trichophytonequinum*, es por esto que en diferentes áreas como la de alimentos, está siendo utilizado como agente de biocontrol contra hongos.

Cuadro 14. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Niveles de quitosano mg/L | | | | E.E. | Prob |
|----------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | | |
| Mohos y Levaduras | | | | | | |
| UFC/ml. | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 | 1.00 |
| Coliformes fecacles | | | | | | |
| UFC/ml. | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 | 1.00 |
| Aerobios mesófilos UFC/ml. | 333.33 a | 0.00 a | 0.00 a | 0.00 a | 166.67 | 0.44 |

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

2. Coliformes totales UFC/ml

En el jugo de naranja no se registró Coliformes totales, por lo que se debe manifestar que el medio en el cual se realizó el producto en estudio fue aséptico, y el producto es apto para el consumo. En un estudio realizado por, Valenzuela & Ignacio, (2012), se indica que el quitosano tiene la capacidad de actuar sobre diferentes microorganismo, evitando el deterioro de productos alimenticios, alargando la vida útil, entre los microorganismos que tiene la capacidad de controlar se encuentra los Coliformes totales, los cuales inhibe su capacidad de daño.

3. Aerobios mesófilos UFC/ml

La presencia de microorganismos aerobios mesófilos únicamente se encontró en el tratamiento control una cantidad de 333,33 UFC/ml, valor que no difiere significativamente del resto de tratamientos, parámetro que está dentro de lo aceptable en la legislación ecuatoriana, puesto que se puede encontrar hasta 500 UFC/ml, siendo aceptable y consumible al realizar el producto sin quitosano, el mismo que puede atribuirse que puede poseer acción bactericida, debido a que al aplicar cualquier dosis, no se encontró este tipo de microorganismos, de esta manera se pone en manifiesto lo que menciona, (Naranjo & Reyes, 2015), quienes manifiestan que este producto posee propiedades bactericidas.

Otra característica que posee el quitosano, es su propiedad antimicrobiana, la cual ha sido comprobada en diferentes estudios como el de, Valenzuela & Ignacio, (2012), en la que hace referencia a la acción antimicrobiana del quitosano usado como recubrimiento comestible, en frutas y en productos como lácteos y carnes. Las propiedades antimicrobianas del quitosano, no puede ser ignorada, es por eso que se probó diferentes soluciones de quitosano a diferentes medios de cultivos para investigar la actividad antimicrobiana, mecanismo que fue analizado con éxito debido que estas soluciones aumentaron notablemente la destrucción de la integridad de membranas celulares bacterianas como *E. Coli*, *S. aureus*, Xing et al.,(2009). La forma de acción antimicrobiana del quitosano la realiza privando a los microorganismos de iones vitales, bloqueando o destruyendo la membrana, filtrando los constituyentes intracelulares y formando complejos poli electrolíticos con polímeros ácidos y células de superficie, (Mármol et al., 2011).

C. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

1. Color (puntos)

La utilización de diferentes niveles de quitosano en el jugo de naranja en 0, 250, 500 y 750 mg/l permitió registrar colores de 3,33, 2,92, 2,33 y 2,46 / 5 puntos, que corresponden a una calificación de bueno y regular, debido a que el quitosano tiene una tendencia a mejorar la clarificación del producto, que tiene mucho que ver con el color desde la percepción de los consumidores, los cuales asignan valores aceptables al producto como tal.

En el estudio realizado por, Tastan & Baysal, (2015), se indica que se probó el quitosano en diferentes niveles para la clarificación del jugo de manzana, el cual en el aspecto del color, mejoró notablemente, con una fácil aplicación, menor tiempo que el clarificado tradicional, además de obviar el paso de despectinización.

Cuadro 15. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Variables | Niveles de quitosano mg/L | | | | E.E. | Prob |
|------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|------|------|
| | 0 | 250 | 500 | 750 | | |
| Color (puntos) | 3.33 a | 2.92 A | 2.33 a | 2.46 a | 0.69 | 0.73 |
| Olor (puntos) | 3.17 a | 3.33 A | 2.67 a | 2.71 a | 0.53 | 0.76 |
| Sabor (puntos) | 3.13 a | 3.08 A | 2.54 a | 2.58 a | 0.51 | 0.77 |
| Aceptabilidad (puntos) | 3.04 a | 3.04 A | 2.71 a | 2.38 a | 0.52 | 0.78 |

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ($P < 0,05$).

2. Olor (puntos)

La aplicación de 0, 250, 500 y 750 mg/l quitosano en el jugo de naranja permitió registrar olores que se encuentra en 3,17, 3,33, 2,67 y 2,71 / 5 puntos, que corresponden a una calificación entre bueno y regular, debido a que al clarificar con el quitosano, con las diferentes concentraciones, se puede verse afectado el olor en el jugo, lo que influye en el sentido de los consumidores.

3. Sabor (puntos)

El sabor del jugo de naranja sin ningún tratamiento fue de 3,13 / 5 puntos, el cual al ser comparado con este producto incluido quitosano en 250, 500 y 750 mg/L registró valores de 3,08, 2,54 y 2,58, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), lo que permite manifestar que el quitosano no causa efecto sobre el sabor del jugo de naranja, no causa un efecto, sino el puntaje aplicado por los catadores es definitivamente una sensación que le hace diferente entre tratamiento y tratamiento.

4. Aceptabilidad (puntos)

La aceptabilidad del jugo de naranja al aplicar 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano registró 3,04, 3,04, 2,71 y 2,38 / 5 puntos, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), lo que permite manifestar que este producto quitosano

definitivamente no afecta a la aceptabilidad de los productos agroindustriales como el jugo de naranja, siendo un factor importante, lo que significa que mantiene la naturalidad del producto, característica que hoy en el día se considera para que el producto sea natural y no influya en su calidad principalmente. Todos estos parámetros se encuentran descritos en el cuadro 15.

D. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 16. COSTOS DE LA PRODUCCIÓN (\$\$) DEL JUGO DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO.

| Descripción | | | T0 | T1 | T2 | T3 |
|--------------------|--------|----|-------|----------|---------|----------|
| | UNIDAD | | | | | |
| Fruta-Naranja | 300 | | 0,04 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Sorbato de Potasio | 12 | g | 0,032 | 0,096 | 0,096 | 0,096 |
| Quitosano | 9 | g | 0,10 | 0,150 | 0,300 | 0,450 |
| Botellas | 24 | | 0,60 | 3,60 | 3,60 | 3,60 |
| Cedazo | 4 | m2 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Desinfectante | 2 | L | 1,25 | \$ 0,625 | 0,625 | 0,625 |
| Detergente | 2 | L | 1,00 | \$ 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| Alcohol | 2 | L | 0,90 | \$ 0,450 | 0,450 | 0,450 |
| Agua destilada | 8 | L | 1,80 | \$ 3,60 | 3,60 | 3,60 |
| Toalla Desechable | 1 | | 1,45 | \$0,362 | 0,362 | 0,362 |
| TOTAL | | | | 14,73 | 14,88 | 15,03 |
| COSTO POR L | | | | 2,45 | 2,48 | 2,5 |
| COSTO POR 250ml | | | | \$ 0,61 | \$ 0,62 | \$ 0,625 |

En el aspecto de los costos de producción del jugo de naranja al utilizar 0, 250, 500 y 750 mg/L de quitosano permitió tener indicadores de producción de \$ 0,61, \$ 0,62, \$ 0,625 y \$ 0,63 por cada envase de 250 ml de jugo de naranja a los niveles del tratamiento control, 250mg/L, 500 mg/L y 750 mg/L, siendo el más rentable de producción el tratamiento control, pero hay que tener en cuenta que no está añadido ninguna cantidad de quitosano y la clarificación no se dio en este tratamiento, como se observa en el cuadro 16.

V. CONCLUSIONES

- Se clarifico el jugo de naranja (*Citrus sinensis*), utilizando diferentes niveles de quitosano, observándose una serie de resultados, que en primer lugar sirven, para generar información sobre investigaciones nacientes que es de vital importancia en el campo agroindustrial, para cambiar el enfoque productivo del país.
- Las características físico químicas del jugo de naranja a medida que se incluye los diferentes niveles de quitosano se observa que tiene una tendencia a disminuir los valores de turbidez, a reducir la colorimetría de la misma manera los sólidos totales (°Brix), en cuanto a los valores de pH, no varía notablemente debido a las características propias del quitosano en medios ácidos, estos parámetros analizados, están dentro de los permitidos y ayudan a disponer de productos de calidad y garantizar la seguridad alimentaria.
- El jugo de naranja clarificado con diferentes niveles de quitosano, no presento registro de microorganismos patógenos tales como; mohos y levaduras, Coliformes, la presencia de aerobios mesófilos en el control, es aceptable debido a lo indicado por la normativa vigente (INEN 2337). Estos resultados que aseguran la inocuidad del producto, se debe en parte a un aséptico proceso de producción y a las cualidades del quitosano como son; anti fúngicas, antimicrobianas, etc.
- El quitosano no influye en las características organolépticas como el color, olor, sabor y aceptabilidad, manteniendo una calificación equivalente a bueno y regular (2,33 y 3,33 / 5 puntos). Pero se puede observar debido a los valores que el tratamiento utilizado con 250 mg/l es el más idóneo para el consumidor.
- La utilización de 250 mg/L de quitosano suele ser beneficioso económicamente entre los diferentes niveles de este producto en el jugo de naranja, debido a que el tratamiento control sin adición de quitosano, es más rentable producir, pero no tiene los beneficios de la clarificación con el biopolímero estudiado.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se debe recomendar utilizar el quitosano, para la clarificación de jugos de frutas, que contengan mayor cantidad de pectinasas, sólidos en suspensión, como de frutas con la composición de la manzana, pera o granadilla.
- Debido a la composición y los beneficios del quitosano, utilizar para investigaciones posteriores, menores concentraciones de este biopolímero, para no afectar las características organolépticas del producto.
- Utilizar 250 mg/L de quitosano puesto que este permite garantizar un producto libre de microorganismos patógenos y no afecta la calidad sensorial del producto.
- Continuar con investigaciones, aplicadas en la industria alimentaria, en donde se utiliza el quitosano, debido a sus características únicas y en conjunto puede brindar beneficios como clarificante, antimicrobiano, anticoagulante, etc.
- Incentivar la producción del quitosano, debido a que se fuga la materia prima o se desecha, por motivos que no se apoya, no existen investigaciones probadas, en las que se use el quitosano en el país, por lo que su producción es muy baja y existe una alta cantidad de materia prima y por desconocimiento de su uso no se aprovecha correctamente.

VII. REVISION DE LITERATURA

- Alvarado-Ortiz, A., & Diaz, M. (2007). Guía practica de plagas y enfermedades en Cítricos. *Colegio de Ciencias Agrícolas*, 1–39.
- Bae, M. J., Shin, H. S., Kim, E. K., Kim, J., & Shon, D. H. (2013). Oral administration of chitin and chitosan prevents peanut-induced anaphylaxis in a murine food allergy model. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.06.017>
- Barra, A., Romero, A., & Beltramino, J. (2012). Obtencion De Quitosano. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–10. Retrieved from http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf
- Baysal, T. (2017). Chitosan as a novel clarifying agent on clear apple juice production: Optimization of process conditions and changes on quality characteristics. *Özge Tas*, 237, 818–824. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.025>
- Briongos, H., Illera, A. E., Sanz, M. T., Melgosa, R., Beltrán, S., & Solaesa, A. G. (2016). Effect of high pressure carbon dioxide processing on pectin methylesterase activity and other orange juice properties. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 411–419. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.069>
- Brito, B., Picho, L., Vera, E., & Vaillant, F. (2010). Estudio de las Condiciones Óptimas de Operación para la Obtención de Jugo Clarificado de Granadilla (*Passiflora Ligularis L.*) a través de la Microfiltración Tangencial, 23(1), 49–55.
- Centenario, A. Ñ. O. D. E. L. (2002). *anales científicos*.
- CODEX STAND 247-2005, Standard, T. (2005). CODEX STAN 247 Página 1 de 21, 1–21.
- Curt, M. D. (2009). Hojas divulgadoras, 1–44.
- D, Y. V., & M, O. O. (2013). CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y CONTENIDO DE VITAMINA C EN JUGOS DE FRUTAS EFFECT OF PASTEURIZATION ON SENSORY CHARACTERISTICS AND CONTENT OF VITAMIN C IN FRUIT JUICES CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E TEOR, 11(2), 66–75.
- Dahdouh, L., Wisniewski, C., Ricci, J., & Vachoud, L. (2016). Rheological study of orange juices for a better knowledge of their suspended solids interactions at low and high concentration, 174, 15–20.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.008>

Del Rosal, J. (2003). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO*.

Escobedo-Avellaneda, Z., Gutiérrez-Urbe, J., Valdez-Fragoso, A., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2014). Phytochemicals and antioxidant activity of juice, flavedo, albedo and comminuted orange. *Journal of Functional Foods*, 6(1), 470–481. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.11.013>

Esencial, A., Citrus, D. E., Dulce, L. N., Juárez, J. R., Castro, A. J., Jaúregui, J. F., ... San, M. De. (2010). Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de, 13(1), 9–13.

Española de Pediatría, C. D. N. D. L. A. (2003). Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso. *Anales de Pediatría*, 58(6), 584–593. <https://doi.org/10.1157/13048086>

Fernández-vázquez, R., Stinco, C. M., Hernanz, D., Heredia, F. J., & Vicario, I. M. (2013). Colour training and colour differences thresholds in orange juice, 30, 320–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.05.018>

Frommherz, L., Martiniak, Y., Heuer, T., Roth, A., Kulling, S. E., & Hoffmann, I. (2014). Degradation of folic acid in fortified vitamin juices during long term storage. *Food Chemistry*, 159, 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.156>

Gassara, F., Antzak, C., Ajila, C. M., Sarma, S. J., Brar, S. K., & Verma, M. (2015). Chitin and chitosan as natural flocculants for beer clarification. *Journal of Food Engineering*, 166, 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.05.028>

Gualavisí, M. (2011). *Flacso - mipro*.

Klinmalai, P., Hagiwara, T., Sakiyama, T., & Ratanasumawong, S. (2017). Chitosan effects on physical properties, texture, and microstructure of flat rice noodles. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.052>

Magdalena, E., & Zavala, A. (2011). PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BEBIDAS NATURALES, SALUDABLES Y NUTRITIVAS A BASE DE FRUTAS TROPICALES A IMPLEMENTARSE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL A PARTIR DEL AÑO 2011, 1–164.

- Maria, C., Maria, M., Liliana, M., Cristina, V., Maria, C., Maria, M., ... Cristina, V. (2013). ENTRE RIOS ´ S ORANGE JUICES QUALITY PARAMETERS.
- Mármol, Z., Páez, G., Rincón, M., Araujo, K., & Aiello, C. (2011). Quitina y Quitosano polímeros amigables . Una revisión de sus aplicaciones Chitin and Chitosan friendly polymer . A review of their applications. *Revista Tcnocientifica URU*, (August 2016), 53–58. <https://doi.org/2244-775X>
- Matsumoto, K. S. (2011). Producción De Quitina Y Quitosano. *Universidad Autónoma Metropolitana*, 8.
- Moreno-Vasquez, M. J., Buitimea-Valenzuela, E. L., Plascencia-Jatomea, M., Encinas-Encinas, J. C., Rodríguez-Félix, F., Sanchez-Valdes, S., ... Graciano-Verdugo, A. Z. (2016). Functionalization of chitosan by a free radical reaction: Characterization, antioxidant and antibacterial potential. *Carbohydrate Polymers*, 155, 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.08.056>
- Moreno, B. C. (2009). Reconocimiento Y Manejo De Las Plagas Y Enfermedades De Mayor Importancia Economica En Los Cítricos De La Hacienda La Cristalina En El Municipio De Tamesis, 13–60.
- Moreno, E. R., Gaspar, T. V., & Moreiras, G. V. (n.d.). Valor Nutricional de las Naranjas y Clementinas.
- Pacheco, N., & Extracci, L. (2010). Extracci ´ on biotecnol ´ ogica de quitina para la producci ´ on de quitosanos : caracterizaci ´ on y aplicaci ´ on Neith Pacheco Lopez.
- Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 34(7), 641–678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>
- Rivera, J. A., Muñoz-hernández, O., C, M., & Rosas-peralta, M. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana, 50(2), 173–195.
- Rostani, S., & Varela, J. P. (n.d.). Innovaciones didácticas, 23(1), 133–140.
- Salazar, J. a O. (2005). Secretaria de la reforma agraria, 2011.
- Salvador, A., Navarro, P., & Martínez-Jávega, J. (2007). Tecnología postcosecha de cítricos. *XI Simposio Internacional de Citricultura*. Retrieved from http://www.concitur.com/XI_simposium/MEMORIAS/7_Alejandra_Salvador_IVIA_ESPAÑA/TEXTO_MEXICO_07.pdf

- Sandro Rivera. (2006). *Utilizacion de Diferentes niveles de jugo de naranja como antioxidante natural en la elaboracion de trucha ahumada*.
- Soares, N., Silva, P., Barbosa, C., Pinheiro, R., & Vicente, A. A. (2016). Comparing the effects of glazing and chitosan-based coating applied on frozen salmon on its organoleptic and physicochemical characteristics over six-months storage. *Journal of Food Engineering*, 194, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.021>
- Tastan, O., & Baysal, T. (2015). Clarification of pomegranate juice with chitosan: Changes on quality characteristics during storage. *Food Chemistry*, 180, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.053>
- Valenzuela, C., & Ignacio, V. J. (2012). Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión. *Avances En Ciencias Veterinarias*, 27(1), 33–47.
- Velásquez, C. L. (2003). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos, 4(2), 91–109.
- Velásquez, C. L. (2008). Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. *Revista Científica UDO Agrícola*, 8(1), 1–22.
- Viscosidad cinemática y turbidez optimizadas en jugo mixto de “ poro poro ” y “ caña de azúcar .” (2010), 2(1), 47–57.
- Wallecan, J., McCrae, C., Debon, S. J. J., Dong, J., & Mazoyer, J. (2015). Emulsifying and stabilizing properties of functionalized orange pulp fibers. *Food Hydrocolloids*, 47, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.009>
- Xing, K., Guang, X., Kong, M., Sheng, C., Su, D., & Jin, H. (2009). Effect of oleoyl-chitosan nanoparticles as a novel antibacterial dispersion system on viability , membrane permeability and cell morphology of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Carbohydrate Polymers*, 76(1), 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.09.016>
- Zenteno-Ramírez, G., Juárez-Flores, B. I., Aguirre-Rivera, J. R., Ortiz-Pérez, M. D., Zamora-Pedraza, C., & Rendón-Huerta, J. A. (2015). Evaluación de azúcares y fibra soluble en el jugo de variantes de tunas (*Opuntia spp.*). *Agrociencia*, 49(2), 141–152.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de ranking test.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
HOJA DE CATACIÓN

NOMBRE:

FECHA:

Por favor califique el parámetro indicado de las muestras, según la escala de valoración presentada:

1= Malo

2= Regular

3= Bueno

4= Muy bueno

5= Excelente

| | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|
| MUESTRAS | 4027 | 5770 | 3199 | 0802 |
| COLOR | | | | |

Observaciones:-----

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
HOJA DE CATACIÓN

NOMBRE:

FECHA:

Por favor califique el parámetro indicado de las muestras, según la escala de valoración presentada:

1= Malo

2= Regular

3= Bueno

4= Muy bueno

5= Excelente

| CÓDIGO DE MUESTRAS | OLOR | SABOR | ACEPTABILIDAD |
|---------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| 7686 | | | |
| 8239 | | | |
| 7463 | | | |
| 8396 | | | |

Comentarios:-----

Anexo 2. Análisis estadístico del pH del vigésimo primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA.

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|----------|----------|--------|-----------|
| Total | 11 | 0.04 | | | |
| Trat. | 3 | 0.02 | 0.01 | 2.18 | 0.17 |
| Error | 8 | 0.02 | 0.00 | | |
| CV % | | | 1.44 | | |
| Media | | | 3.66 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| 0 | 3.72 | a |
| 250 | 3.67 | a |
| 500 | 3.65 | a |
| 750 | 3.61 | a |

Anexo 3. Análisis estadístico del color del primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA.

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|-------------|-------------|--------|-----------|
| Total | 11 | 99147106.25 | | | |
| Trat. | 3 | 97119839.58 | 32373279.86 | 127.75 | 0.00 |
| Error | 8 | 2027266.67 | 253408.33 | | |
| CV % | | | 9.72 | | |
| Media | | | 5181.25 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|---------|-------|
| 0 | 8696.67 | a |
| 250 | 7198.33 | b |
| 500 | 2981.67 | c |
| 750 | 1848.33 | c |

Anexo 3. Análisis estadístico del color del cuarto día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA.

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|--------------|-------------|--------|-----------|
| Total | 11 | 104050776.67 | | | |
| Trat. | 3 | 102359998.00 | 34119999.33 | 161.44 | 0.00 |
| Error | 8 | 1690778.67 | 211347.33 | | |
| CV % | | | 8.94 | | |
| Media | | | 5139.67 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|---------|-------|
| 0 | 8777.00 | a |
| 250 | 7198.00 | b |
| 500 | 2757.00 | c |
| 750 | 1826.67 | c |

A. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|---------|-------|
| 0 | 7223.67 | a |
| 250 | 7111.67 | a |
| 500 | 2339.67 | b |
| 750 | 1608.33 | b |

Anexo 4. Análisis estadístico del color del vigésimo primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|-------------|-------------|--------|-----------|
| Total | 11 | 81734856.67 | | | |
| Trat. | 3 | 80950276.67 | 26983425.56 | 275.14 | 0.00 |
| Error | 8 | 784580.00 | 98072.50 | | |
| CV % | | | 7.43 | | |
| Media | | | 4212.33 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|---------|-------|
| 0 | 6893.33 | a |
| 250 | 6694.67 | a |
| 500 | 2020.33 | b |
| 750 | 1241.00 | b |

Anexo 5. Análisis estadístico de la turbidez del vigésimo primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|------------|-----------|--------|-----------|
| Total | 11 | 1857844.67 | | | |
| Trat. | 3 | 1822580.67 | 607526.89 | 137.82 | 0.00 |
| Error | 8 | 35264.00 | 4408.00 | | |
| CV % | | | 11.87 | | |
| Media | | | 559.33 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|---------|-------|
| 0 | 1107.33 | a |
| 250 | 719.00 | b |
| 500 | 330.67 | c |
| 750 | 80.33 | d |

Anexo 6. Análisis estadístico de los sólidos totales del vigésimo primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|----------|----------|--------|-----------|
| Total | 11 | 1.14 | | | |
| Trat. | 3 | 0.71 | 0.24 | 4.37 | 0.04 |
| Error | 8 | 0.43 | 0.05 | | |
| CV % | | | 2.35 | | |
| Media | | | 9.92 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| 0 | 10.17 | a |
| 250 | 10.00 | ab |
| 500 | 9.99 | ab |
| 750 | 9.51 | b |

Anexo 7. Análisis estadístico de los grados Brix del vigésimo primer día del jugo de naranja con diferentes niveles de quitosano.

A. ANÁLISIS DE VARIANZA

| F. Var. | gl | S. Cuad. | C. Medio | Fisher | P. Fisher |
|---------|----|----------|----------|--------|-----------|
| Total | 11 | 0.30 | | | |
| Trat. | 3 | 0.20 | 0.07 | 5.81 | 0.02 |
| Error | 8 | 0.09 | 0.01 | | |
| CV % | | | 1.17 | | |
| Media | | | 9.22 | | |

B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05).

| Tratamientos | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| 0 | 9.40 | a |
| 250 | 9.20 | ab |
| 500 | 9.23 | ab |
| 750 | 9.03 | b |