



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA DETERMINACIÓN DE
ACEITE ESENCIAL Y PECTINA DE TRES CÍTRICOS LIMÓN
“CHINO”, MANDARINA “CRIOLLA” Y TORONJA “BLANCA” EN
EL CANTON VENTANAS AÑO 2014.**

TESIS DE GRADO

Previo la Obtención del Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por:

COELLO SALAZAR SULLY CAROLY

Director:

Ing. Msc. RAMOS CORRALES PABLO CESAR

QUEVEDO - ECUADOR

2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

TESIS DE GRADO PRESENTADA A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Título de tesis:

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA DETERMINACIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y PECTINA DE TRES CÍTRICOS LIMÓN “CHINO”, MANDARINA “CRIOLLA” Y TORONJA “BLANCA” EN EL CANTON VENTANAS AÑO 2014”.

APROBADA:

Ing. Sonia Barzola

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. José Villarroel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rodrigo Armas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Msc. Ramos Corrales Pablo Cesar, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que el egresado Coello Salazar Sully Caroly, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Agroindustria, de grado titulada **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA DETERMINACIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y PECTINA DE TRES CÍTRICOS LIMÓN “CHINO”, MANDARINA “CRIOLLA” Y TORONJA “BLANCA” EN EL CANTON VENTANAS AÑO 2014”**. Bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Msc. Ramos Corrales Pablo César
Director de Tesis

RESPONSABILIDAD

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados del presente trabajo de tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA DETERMINACIÓN DE ACEITE ESENCIAL Y PECTINA DE TRES CÍTRICOS LIMÓN “CHINO”, MANDARINA “CRIOLLA” Y TORONJA “BLANCA” EN EL CANTON VENTANAS AÑO 2014”**, son de exclusiva responsabilidad del autor y pertenecen exclusivamente al mismo.

Atentamente

Sully Caroly Coello Salazar

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis Padres, Erbin Coello y Mary Salazar quienes me han dado su apoyo cada momento de mi vida, a mi Amado Esposo Econ. David Ledesma quien ha impulsado que siga adelante motivándome a alcanzar metas que me proponga y a mi pequeña hija Megan Ledesma quien es ahora el motor que impulsa mi vida como profesional y por quien alcanzare todo lo que me proponga.

¡GRACIAS MIS SERES AMADOS!

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios el Señor todo poderoso por brindarme la oportunidad de culminar la carrera de Ingeniería Agroindustrial y haberme permitido ser parte de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo la cual me siento muy orgullosa.

También agradezco a las Autoridades de la Institución en especial a los de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de quienes fui parte y siempre lo seré de corazón.

Mis más sinceros agradecimientos a mi Director de trabajo de Tesis el Ing. Mag. Pablo Ramos Corrales quien me ha apoyado con mucho esmero y paciencia en la elaboración de la Tesis.

Agradezco de una manera muy especial al Ing. Jaime Vera Chang Docente-Investigador de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su colaboración en el manejo estadístico de esta investigación y por todo el apoyo que me brindo durante el tiempo que duro este trabajo de tesis.

A mis maestros quienes me forjaron con buena ética y calidad profesional durante el tiempo de estudio y a todos mis compañeros de curso quienes quiero y siempre recordaré la hermosa amistad que logramos construir.

Finalmente agradezco a las personas que me apoyaron de una manera desinteresada durante el desarrollo de este trabajo de Tesis, a mi Hermano el Ing. Erbin Coello Salazar, a mis amigos Belén Nevárez Carpio e Ing. Jonathan Hallo Ortiz.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada Av. Quito km. 11/2 vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Provincia de Los Ríos. El trabajo de investigación se realizó entre los meses de septiembre a noviembre del 2013. “Evaluación del rendimiento en la determinación de aceite esencial y pectina de tres cítricos limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en el Cantón ventanas año 2014”. Los objetivos del trabajo fueron; (1) Establecer parámetros físicos-químicos y nutricionales del fruto de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en dos estados de maduración. (2) Determinar parámetros de calidad del aceite esencial del flavedo de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en base a su rendimiento, características cromatograficas y estado de maduración. (3) Obtener pectina del flavedo residual de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca”, reduciendo el tiempo de hidrólisis acida en la extracción. Los tratamientos constituidos por tres variedades de cítricos en dos estados de madurez, según el diseño de Bloques Completamente al Azar, en el físico-químico 2 repeticiones y en el de la pectina 3 repeticiones. Las variables medidas fueron, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso unitario, volumen, densidad , contenido de jugo, rendimiento de jugo, peso de semillas, numero de semillas, pH, grados brix, acidez Titulable, índice de madurez, materia seca, humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo , extracto libre de nitrógeno, vitamina C, azucares totales, azucares reductores, calcio, fosforo, magnesio, potasio, sodio, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades. En cuanto a los resultados obtenidos, el mayor contenido de jugo se presentó en el T6 que corresponde a la Toronja “Blanca” en estado de madurez maduro con 109.52 ml, los parámetros químicos se determinó que el mejor estado de madurez para la obtención de jugo es el estado verde, que están dentro los parámetros del INEN. Al final se evaluó el aceite esencial mediante

una cromatografía de gas. En cuanto a la pectina los valores más altos de obtención de la misma fueron en la cáscara de los frutos en estado maduro.

ABSTRACT

This research was conducted at the State Technical University of Quevedo, located Av Quito km. 11/2 pathway Tsachilas of Santo Domingo, Province of Los Ríos. The research was conducted between September and November 2013. " Performance evaluation in the determination of essential oil and lemon citrus pectin three " Chinese " Mandarin " Creole " grapefruit and " White "in Canton windows 2014 " The objectives were ; . (1) Set - physical parameters chemical and nutritional fruit lemon "Chinese" mandarin " Creole" grapefruit and "White" in two stages of maturity. (2) Determining quality parameters essential oil of lemon zest, "Chinese"," Creole" mandarin "white " grapefruit based on their performance, chromatographic characteristics and state of maturation. (3) Obtain the residual pectin lemon zest "Chinese" Mandarin "Creole" grapefruit and "White", reducing the time of acid hydrolysis extraction. Treatments consist of three citrus varieties in two states of maturity, according to the design of randomized complete block in the physical -chemical 2 reps and pectin in 3 replicates. The variables measured were , equatorial diameter, polar diameter , unit weight , volume , density, content of juice, juice yield, seed weight , seed number , pH, brix , Titratable acidity , maturity index , dry matter, moisture , ash, protein , ether extract, nitrogen-free extract , vitamin C , total sugars , reducing sugars , calcium , phosphorus , magnesium, potassium , sodium, for comparison of means test was used Tukey at 5% probability. As for the results, the highest juice content is presented in the T6 corresponding to the Grapefruit "White " state of mature maturity with 109.52 ml , chemical parameters was determined that the best state of maturity for obtaining juice is the green state , which are within the parameters of Endocrinology . Eventually the essential oil was evaluated by gas chromatography. As pectin higher values obtained were the same on the skin of the fruit when ripe.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Las variedades cítricas como el limón, mandarina, y toronja son cultivadas en muchas partes del mundo y en el Ecuador se adapta mejor a zonas subtropicales, lo que hace que sus características físicas como: el tamaño, forma y color sean de muy buena calidad, solicitados por los consumidores.

El limón a diferencia de la mandarina y la toronja no se consume directamente como postre debido a que ejerce una acción desecante, astringente y ligeramente antibacteriano (UTEPI, 2006).

La vitamina C es el valor nutricional más alto e importante en el jugo de cítricos como son el limón, mandarina y toronja también hay una alta presencia de ácido ascórbico, son una de las características químicas que influyen en la calidad de los frutos. (Reina. C. 1995).

El aceite esencial obtenido de la piel de los cítricos, es rico en compuestos volátiles que confieren aroma, por lo que tienen aplicaciones en la industria alimentaria y en el campo de la cosmetología, aromaterapia, y perfumería. Los aceites esenciales obtenidos de frutos cítricos son mezclas de aproximadamente 100 componentes, los cuales dependen de la variedad de fruta y del método de extracción empleado (Soto, L. 2012).

La pectina obtenida del flavedo de las frutas tiene como principal característica la capacidad de formar geles en presencia de suficientes sólidos solubles (Álvarez, R. 2012).

El concepto de calidad en cítricos ha ido evolucionando con el pasar del tiempo, en un principio la percepción de la calidad y sus parámetros era diferente, dependiendo de los intereses en particular de cada uno de los agentes que intervienen, como el productor, comerciante y consumidor. Siendo así que dichos criterios se aplican al consumidor, estando la madurez de la fruta jugando un papel fundamental en la comercialización debido a que de

esta dependerá en su mayoría el precio de estos frutos ya que está ligada a su calidad.

En el cantón Ventanas es muy alta la explotación de los cítricos como limón mandarina y toronja, en esta zona hay una gran ausencia de investigación sobre el aprovechamiento del valor de los frutos, esto es el causante principal de pérdidas económicas en los productores, ya que los cítricos mencionados solo se consume en jugos y se desperdicia el aceite esencial y pectina presente en las cáscaras o flavedo.

Esta investigación servirá para mejorar la calidad de los productos y así satisfacer las necesidades del consumidor que cada vez son más exigentes, también para incursionar en el mercado internacional, por lo que se vuelve prioritario conocer su composición física del fruto, química del jugo y cromatografía del aceite esencial, base fundamental para el aprovechamiento de la cadena de valor del fruto.

1. 2. Problematización

1.2.1. Diagnostico

El limón, mandarina y toronja son cítricos de gran consumo a nivel nacional, en el caso de la mandarina y toronja son consumidas de forma directa, en fruta y jugos en estado de madurez, el limón no se lo consume en forma directa ya que es muy ácida, solo en jugos y como aditivo de algún alimento.

La falta de investigación en el Ecuador relacionado sobre el rendimiento de aceite esencial, pectina, características físicas-químicas, nutricionales de los frutos y cromatografías del limón, mandarina y toronja, hace limitada su utilización como materia prima para industrialización y comercialización a nivel internacional, crea una gran pérdida de la producción.

Así como la sobreproducción de estos frutos cítricos, hace que los precios se disminuyó provocando que se pierda gran parte de las mismas y los ingresos del productor, así mismo la escasa información sobre la importancia de los aceites esenciales y pectina en el mercado local, hace que la extracción de aceite esencial y pectina no sea una práctica usada comúnmente en los procesos poscosecha, provocando que estos compuestos se desperdicien en el proceso y no sean aprovechados como fuente de ingreso.

1.2.2. Formulación del problema.

¿La carencia de parámetros de rendimientos en la zona de Ventanas en subproductos como el Aceite Esencial y la Pectina en cítricos ha influenciado en el bajo aprovechamiento de estas frutas para la determinación de dichos subproductos?

1.2.3. Sistematización del problema

- Debido a la falta de investigación se desconoce los parámetros físicos-químicos y nutricionales del fruto de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en diferentes estados de maduración
- El bajo desarrollo agroindustrial no permite la valoración en la calidad del aceite esencial obtenido del flavedo de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en base a su rendimiento, características cromatográficas y estado de maduración
- El desconocimiento del uso integral de frutos cítricos como limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” no permite el aprovechamiento del flavedo residual en la obtención de pectina.

1. 3. Justificación

Es necesario conocer el contenido de vitamina C ya que es un factor nutritivo muy importante en el consumo de jugo cítrico, también es una gran fuente de energía. (Reina. C. 1995).

En la actualidad se habla de las virtudes de los aceites esenciales, ya que son productos generalmente muy complejos que contienen sustancias muy volátiles de origen vegetal, modificados por los procesos de extracción y conservación. (Márquez. L.2003)

La calidad de la pectina es determinada por las características del producto, el valor de la pectina está dado por su capacidad para formar geles y es utilizada en la elaboración de productos terminados como mermeladas. (Abzueta. I. 2012)

Hoy en día los mercados nacionales e internacionales solicitan mayor cantidad y variedad de alimentos, por lo que al tener conocimiento de las propiedades físicas y químicas de la fruta sería de mucha utilidad para llevar índices de control de calidad y el de implementar plantas de procesamiento, este desarrollo no solo se logrará con la materias primas sino también con la generación del valor agregado.

Esta investigación se da por la falta de conocimiento de propiedades física-químicas y el mal aprovechamiento de los frutos cítricos por parte de los productores, y así poder contribuir e incentivar a la agroindustria aprovechando el jugo para consumo en fresco, el flavedo en la obtención del aceite esencial y pectina para la comercialización de los mismos, dando así seguridad alimentaria, conservación ambiental y por ende generar ingresos a las diferentes comunidades.

1. 4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

Evaluar el rendimiento en la determinación de aceite esencial y pectina de tres cítricos limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca”.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Establecer parámetros físicos-químicos y nutricionales del fruto de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en dos estados de maduración
- Determinar parámetros de calidad del aceite esencial del flavedo de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en base a su rendimiento, características cromatográficas y estado de maduración
- Obtener pectina del flavedo residual de limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca”, reduciendo el tiempo de hidrólisis ácida en la extracción.

1. 5. Hipótesis

La determinación de las características Física-química de los frutos, rendimiento de aceite esencial y pectina de los cítricos limón “chino”, mandarina “criolla” y toronja “blanca” en la zona de Ventanas permitirán una buena utilización de estos subproductos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Cítricos

Los cítricos se cultivan desde hace más de cuatro mil años. Sus frutos al parecer atrajeron la atención de los pobladores primitivos, quienes se encargaron de cultivarlos mucho tiempo antes de que aparecieran en los países europeos a donde fueron llevados por los primeros viajeros gracias a la cautivante apariencia de su fruta y sus flores. (Puente, C. 2006).

Los cítricos constituyen el cultivo frutal de mayor importancia económica en el mundo. La producción mundial del 2007 fue de aproximadamente 103 millones de toneladas, lo que representa la cuarta parte de toda la producción frutícola (FAO, 2007).

La gran diversidad de especies, la facilidad con que ellos se cruzan y la producción espontánea de autotetraploides hacen que haya prácticamente un “cítrico” apropiado para cada clima tropical particular. Las naranjas prosperan bien en sitios subtropicales, donde adquieren su color y sabor más apreciados.

Las mandarinas, al igual que las naranjas, necesitan un clima fresco para adquirir su mejor color y sabor. Las toronjas (grapefruit) y las limas agrias (limones), por el contrario, prosperan y desarrollan una mejor calidad en climas cálidos, la toronja y los limones no resisten heladas ni temperaturas muy bajas. (FDA, 1992).

2.2. Generalidades:

2.2.1. Origen.

Los cítricos (*Citrus* sp.) son originarios del Noroeste de India y partes colindantes de China y Burma. Desde allí se han distribuido por todo el mundo subtropical y las tierras elevadas de los trópicos, donde prospera sin mayores dificultades. (FDA, 1992).

Los cítricos tienen su origen en Asia oriental, en zonas que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. (Davies y Albrigo. 1994)

2.2.2. Clasificación botánica.

Los cítricos pertenecen botánicamente al orden de las geraniales, familia de las Rutáceas, y a los géneros *Citrus*, *Fortunella* y *Poncirus*. Comunmente se denominan con el término genérico de *Citrus* a individuos pertenecientes también a los géneros *Fortunella* (kumquats) y *Poncirus* (trifolio).

El género *Citrus*, el más importante de los tres, está compuesto por plantas de mediano a gran desarrollo, con hojas perennes y generalmente glabras, aunque en algunas especies son pubescentes, con bordes serrados, peciolo más o menos alados o sin alas y glándulas provistas de aceite aromáticos. Flores solitarias o en cimas terminales o axilares, cuatro o cinco sépalos cortos de color verde y unidos entre sí, el fruto es una hespéride con número variable de semillas. (Davies, 1994).

2.2.3 Exigencias Edáficas.

Los cítricos pueden crecer bajo condiciones edáficas muy diferentes, desde suelos pedregosos, muy pobres, hasta suelos arcillosos y pesados. Sin embargo, no significa que el cultivo se adapte igual en todas ellas. Estos se presentan óptimos en suelos arenosos profundos y suelos francos, siempre que la luz, la temperatura, los elementos minerales y el agua no sean limitantes. Por el contrario, los suelos impermeables y muy arcillosos dificultan su crecimiento. Cuando la proporción de arcilla es superior al 50%, el crecimiento de las raíces se ve seriamente restringido. (Agustí, 2003).

2.2.4 Propagación.

Los cítricos pueden propagarse sexual o asexualmente. La reproducción sexual o por semilla permite obtener plantas rústicas, vigorosas y de vida larga, pero da lugar a una variabilidad en la descendencia que afecta el valor comercial de las cosechas; aunque el cítrico se distingue de las demás especies frutales por que una semilla puede tener más de un embrión (poliembriónia), fenómeno que

permite obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre. Sin embargo, como un gran número de variedades comerciales carecen de semilla, el sistema de reproducción sexual es inadecuado y solo se practica en la obtención de patrones para injertar. El injerto es el método de multiplicación vegetativa más utilizada. Para hacerlo hay que tomar en cuenta dos factores: el patrón y la variedad a injertar o planta madre de la cual se toman las yemas de la variedad que se desea reproducir. (Amórtegui, I. 2001).

2.2.5 Fisiología pos-cosecha.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en el manejo poscosecha de frutas es que éstas continúan activas fisiológicamente aun después de cosechadas. De manera que la fruta cosechada continúa respirando, madurando e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales y bioquímicos que son específicos de cada fruta. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos.

Los frutos cítricos, en particular, presentan una serie de problemas tras su recolección derivados de la falta de aporte hídrico y de nutrientes desde la planta, quedando así a expensas de su propio metabolismo. Esto origina una pérdida gradual de calidad de la fruta en sus características organolépticas de textura, sabor y aroma a medida que avanza su estado de senescencia, determinando finalmente la muerte fisiológica. Este tipo de metabolismo limitado a sus propias reservas coloca además al fruto en una situación de debilidad frente a la deshidratación y las agresiones físicas externas tales como: fricción, golpes o heridas y también frente a las infecciones, especialmente de tipo fúngico. Por tanto, son normalmente las alteraciones fisiológicas y patológicas las que hacen inviable su comercialización mucho antes de que cese su actividad metabólica (Cuquerella, J. 1990).

2.2.6 Taxonomía y Morfología.

La taxonomía de los cítricos es de las más complejas entre los frutos, agregándose a esto opiniones diferentes entre los taxónomos especialistas. Los cítricos presentan, además, las características de hibridarse fácilmente, incluso entre géneros diferentes, y de presentar tendencias a las mutaciones a nivel de las yemas. Los cítricos son plantas de hojas perennes, cuyo crecimiento, aunque intermitente, presenta alternancia de un periodo de crecimiento con un periodo de reposo. Bajo condiciones favorables los cítricos viven muchos años (hay casos que han vivido hasta 300 años); pero en clima cálido. Algunas especies como la cidras y el limonero florecen continuamente y otras como el naranjo en épocas definidas. Las flores de los cítricos son perfectas (con pistilos y estambres), autocompatibles (se polinizan así mismas). (Baraona, M, 1991.).

2.2.7 Características del Fruto.

- Forma: Su forma es esférica, un poco globosa, más o menos achatada en los polos.
- Color: La cáscara o epicarpio es muy coloreada, esta puede ser lisa o rugosa y depende de su variedad.
- Sabor: La pulpa tiene de 8 a 12 gajos alargados y curvos que proporcionan abundante jugo de sabor dulce ligeramente ácido, esto también depende de la variedad. (Avilan, I. 1988).

2.2.8 Variedades.

Dentro de los cítricos se incluyen una gama de especies y variedades. Existen dos clasificaciones del género citrus: la de Tanaka que propone 146 especies y la de Swingle con 16 especies. Esta es la más sencilla y utilizada. Dentro de esta nomenclatura las especies más importantes comúnmente se clasifican en cinco grupos: Naranjas, Limones, Mandarinas, Tangelos, Toronjas o Pomelos. (Amórtegui, I. 2001)

2.2.8.1 Limón “Chino”.

Se conocen internacionalmente como limas ácidas, mientras que en Colombia se les denomina limones. Las principales variedades son: Pajarito y Tahití (Amórtegui, I. 2001).

El limón chino (*Averrhoa bilimbi*) es una fruta originaria de Indonesia o Malaya, se encuentra adaptada y distribuida en la región Loreto, y desconocida comercialmente, su consumo no es directo debido a su sabor muy ácido. (García, L. 2002).

2.2. 8.1.1 Propiedad nutricional del limón.

El limón aporta una gran cantidad de vitamina C, potasio y cantidades menores de otras vitaminas y minerales. La vitamina C está implicada en la producción del colágeno. Además, tiene la propiedad de mejorar la cicatrización, y la función del sistema inmunitario. Su capacidad antioxidante ayuda a neutralizar sustancias cancerígenas como las nitrosaminas. Por otro lado, diversos estudios han mostrado que las personas con altas ingestas de vitamina C tienen un menor riesgo de desarrollar otras enfermedades crónicas como enfermedad cardiovascular, cataratas o enfermedades neurodegenerativas. La pulpa, también contiene ácidos orgánicos, fundamentalmente ácido cítrico y en menor cantidad málico (que se consideran responsables del sabor ácido de este alimento), acético y fórmico. Algunos estudios han indicado que estos ácidos potencian la acción de la vitamina C y poseen un notable efecto antiséptico. (Moreiras y Col 2007). Vea cuadro 1.

Cuadro N°.- 1. Composición nutricional del limón.

	100 g porción comestible	P. U. (100g)
Energía (Kcal)	42	29,568
Proteínas (g)	0,7	0,493
Lípidos totales (g)	0,4	0,282
AG saturados (g)	—	—
AG monoinsaturados (g)	—	—
AG poliinsaturados (g)	—	—
ω-3 (g)	—	—
ω-6 (g)	—	—
Colesterol (mg)	0	0
Hidratos de carbono (g)	9	6,336
Fibra (g)	1	0,704
Agua (g)	88,9	62,586
Calcio (mg)	12	8,448
Hierro (mg)	0,4	0,282
Yodo (µg)	3	2,112
Magnesio (mg)	18	12,672
Zinc (mg)	0,12	0,085
Sodio (mg)	3	2,112
Potasio (mg)	149	104,896
Fósforo (mg)	16	11,264
Selenio (µg)	1	0,704
Tiamina (mg)	0,05	0,035
Riboflavina (mg)	0,03	0,021
Equivalentes niacina (mg)	0,17	0,12
Vitamina B6 (mg)	0,11	0,077
Ácido Fólico (µg)	7	4,928
Vitamina B12 (µg)	0	0
Vitamina C (mg)	50	35,2
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	1	0,704
Vitamina D (µg)	0	0
Vitamina E (mg)	0,5	0,352

Fuente: Moreiras y Col 2007

2.2.8.2 Mandarina “Criolla”.

Es un árbol de unos 2 a 3 mt de altura con hojas lanceoladas brillantes y oscuras; sus flores pequeñas las cuales son muy olorosas. Los frutos son esperidios, aplastados en los polos, que suelen presentar una protuberancia en la extremidad peduncular; su color varía desde el anaranjado claro al más intenso y brillante. La piel es delgada y fácilmente separable por no estar adherida a los gajos, su pulpa de color amarillo y muy perfumado, es de sabor dulce y agradable. (Reina. C. 1995).

2.2.8.2.1 Propiedad nutricional de la mandarina.

Las mandarinas tienen escaso valor calórico y bajo contenido en grasa, aportan cantidades importantes de vitamina C. Aunque contiene menos de esta vitamina que la naranja, supera en contenido de ácido fólico al resto de los cítricos (vitamina que favorece la producción de glóbulos rojos y blancos). El aporte de provitamina A es considerable y superior al de las naranjas. Es destacable su composición en criptoxantina (caroteno), un compuesto que además de transformarse en vitamina A en nuestro organismo, tiene propiedad antioxidante, por lo que se le atribuye una acción preventiva frente al cáncer y la enfermedad cardiovascular. El contenido del resto de vitaminas, minerales y fibra es apreciable. (Moreiras et al 2009).

Cuadro N°.- 2. Composición nutricional de la mandarina.

Compuesto	Cantidad	Compuesto	Cantidad
Potasio	(mg) 160	Energía	(kcal)* 43
Fósforo	(mg) 17,2	Proteína	(g) 0,8
Selenio (µg) Tr	(µg) Tr	Hidratos de carbono	(g) 9
Tiamina	(mg) 0,07	Fibra	(g) 1,9
Riboflavina	(mg) 0,02	Calcio	(mg) 36
Eq de niacina	(mg) 0,3	Hierro	(mg) 0,3
Vitamina B6	0,07	Yodo	(µg) Tr
Vitamina A	(µg) 56	Magnesio	(mg) 11
Folato	(µg) 21	Zinc	(mg) 0,4
Vitamina C	(mg) 35	Sodio	(mg) 2

Fuente: Moreiras et al 2010

2.2.8.3 Toronja “Blanca”.

La toronja o pomelo (*Citrus x paradisi*) es un árbol de la familia de las rutáceas, cultivado por su fruta. Es un híbrido, probablemente producido de forma espontánea entre la pampelmusa (*Citrus maxima*) y la naranja dulce (*Citrus x sinensis*) en las plantaciones del mar Caribe alrededor del siglo XVII.

No se conoce con exactitud el origen del pomelo, aunque numerosas investigaciones señalan que se trata de un cruce natural entre el naranjo dulce y el pomelo (una especie diferente) producido en Barbados, en las Indias Occidentales. Desde allí, su cultivo se extendió por todo el Caribe, y posteriormente a los Estados Unidos, donde comienza su producción a gran escala. (Laines, S. 2008).

2.2.8.3.1. Propiedad nutricional de la toronja.

La toronja en su estructura molecular encierra elementos terapéuticos indispensables para el normal funcionamiento de las diferentes estructuras del organismo humano. Es notable destacar que estos elementos indispensables para la vida, pueden ser encontrados en otro tipo de alimentos, pero, la toronja es una fuente excelente de los siguientes elementos presentados en el cuadro. (Laines, S. 2008).

Cuadro N°.- 3. Composición nutricional de la toronja.

Compuesto	Cantidad
Calorías	25-58
Humedad	84,52-94,1g
Proteína	0.5-0.74g
Grasa	0.2-0.56g
Hidratos de carbono	6.3-12.4 g
Fibra	0.3-0.82 g
Ceniza	0.5-0.86g
Calcio	21-30 mg
Fósforo	20-27 mg
Hierro	0.3-0.5 mg
Vitamina A	20 UI
Tiamina	0.04-0.07 mg
Riboflavina	0.02 mg
Niacina	0.3 mg
Ácido Ascórbico	30-43 mg

Fuente: Moreiras et al 2010

2.2.9 Jugo.

El jugo, es la parte líquida de la fruta que se obtiene por la aplicación de presión sobre ésta. Los jugos se elaboran a partir de frutas cítricas, manzanas, uvas y piña. El jugo de naranja es el que más se elabora en el mundo y su valor nutritivo radica en su alto contenido de vitamina C (Ablin, 2012).

2.2.10 Aceite esencial de cítricos.

Son líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter, aceites vegetales y minerales. Por lo general, no son oleosos al tacto (Yáñez, X. 2006).

Los aceites esenciales se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor. Se desconoce la función exacta de un aceite esencial en un vegetal; puede ser para atraer los insectos para la polinización o para repeler a los insectos nocivos, o puede ser simplemente un producto metabólico intermedio (López, 2005).

2.2.10.1 Distribución.

Los aceites esenciales se encuentran principalmente en vegetales superiores, aunque también se han encontrado en musgos, hepáticas, algas y hongos (Tuley De Silva, 1995).

Los géneros capaces de elaborar los constituyentes que componen los aceites esenciales están repartidos en un número limitado de familias, ej.: clavo (*S. aromaticum*) y eucalipto (*E. globulus*) de la familia Myrtaceae, canela (*C. verum*) de la familia Lauraceae, limón (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle) y naranja (*Citrus x aurantium* L.) de la familia Rutaceae, menta (*M. x piperita*), melisa (*Melissa officinalis* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) y lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) de la familia Lamiaceae, manzanilla (*M. recutita*) de la familia Asteraceae, anís (*P. anisum*), hinojo (*F. vulgare*) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.) de familia Apiaceae, Ciprés (*Cupressus* spp.) de la familia

Cupressaceae, té de limón (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) De la familia Poaceae, Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) de la familia Zingiberaceae, pimienta (*Piper nigrum* L.) de la familia Piperaceae. (Bruneton, J. 2001)

2.2.10.2 Propiedades físicas.

Los aceites esenciales son sustancias volátiles. Suelen ser insolubles en agua pero solubles en grasas, disolventes orgánicos apolares y alcoholes de alta graduación. Presentan un poder rotatorio característico, en razón de que poseen en su composición numerosos productos ópticamente activos y la mayoría refractan la luz polarizada, propiedad que es utilizada para su control de pureza, pues tienen por ello un índice de refracción característico. Se descomponen por la exposición a la luz, lo que es necesario guardarlos en contenedores herméticos y en la oscuridad para evitar cambios en su composición (Bruneton, J. 2001).

2.2.10.3 Propiedades químicas.

Al ser mezclas complejas y muy variables de constituyentes estas pertenecen de manera casi exclusiva, a dos grupos caracterizados por orígenes biogénicos distintos, estos son: el grupo de los terpenoides y el grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano, mucho menos frecuentes. También pueden contener diversos productos procedentes de procesos de degradación que afectan a constituyentes no volátiles. (Bruneton, J. 2001).

2.2.10.4 Métodos de Extracción de aceites esenciales.

a) Destilación con agua o Hidrodestilación.

Tiene como principio llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal aromático, de tal forma que los vapores generados arrastren la esencia y luego sean condensados y colectados. El aceite esencial, que es inmiscible en agua, es posteriormente separado. (Bandoni, A. 2003).

b) Destilación por arrastre de vapor.

Esta técnica puede considerarse la más sencilla, segura e inclusive la más antigua, ya que se menciona en textos remotos como la Sagrada Biblia. Este método se emplea para extraer la mayoría de los aceites esenciales, esta consiste en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles, por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la temperatura de ebullición por adicionar la tensión del vapor que se inyecta, a la de los componentes volátiles de los aceites esenciales. Los vapores que salen del cuello de cisne se enfrían en un condensador, donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite esencial y finalmente se separan en un decantador. (Bandoni, A. 2003).

c) Destilación por arrastre con vapor de agua.

Está basado en que la mayor parte de las partes olorosas que se encuentran en un material vegetal pueden ser arrastradas por el vapor de agua producido por una caldera separada del alambique y empujado a través de un tubo dentro del fondo del alambique. La destilación por arrastre con vapor que se emplea para extraer la mayoría de los aceites esenciales y consiste, en resumen, en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, la cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la temperatura de ebullición por adicionar la tensión de vapor del vapor que se inyecta, a la de los componentes volátiles de los aceites esenciales. (Baser, K. 2010).

d) Expresión aplicada a los cítricos.

Este método consiste en exprimir los frutos para que liberen los aceites esenciales de las cavidades donde se localizan. Se aplican principalmente a los cítricos (*Citrus spp.*) y su aplicación se conoce desde el año 1776. Mecánicamente se punza o ralla la corteza del fruto y se hace pasar una corriente de agua que arrastra el zumo. Posteriormente los aceites esenciales se separan del agua por decantación o por centrifugación (Baser, K. 2010).

2.2.10.5. Análisis de aceites esenciales.

Para la utilización de los aceites esenciales es necesario conocer su composición detallada, y sus características fisicoquímicas y organolépticas, como parámetros imprescindibles para establecer las normas que determinen sus requisitos mínimos de calidad. A estas determinaciones habrá que agregarles los ensayos que aseguren su eficacia y la inocuidad de su uso (Bandoni, A. 2003).

a) Análisis de la composición de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales son mezclas que pueden llegar a ser muy complejas, por lo tanto, la identificación de sus componentes no es una tarea simple. Antiguamente, esta identificación se convertía en una larga y tediosa operación, que consumía mucho tiempo, ya que requería el aislamiento y purificación de cada componente y su posterior determinación estructural por métodos químicos tradicionales. Por ello, el control de aceites esenciales se limitaba en buena parte a la determinación de sus constantes físicoquímicas o algunos índices químicos. La evaluación de estas constantes se mantiene todavía en las tareas de control de calidad a nivel industrial, por la sencillez del método y la rapidez de obtención de resultados (Bandoni, 2003).

b) Cromatografía en fase gaseosa.

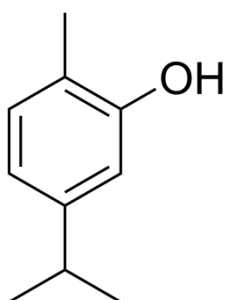
La cromatografía de gases es una técnica de separación basada principalmente en fenómenos de partición entre una fase móvil gaseosa (helio, argón, hidrógeno, nitrógeno) y una fase estacionaria constituida por un líquido muy viscoso retenido en el interior de una columna cromatográfica. La distinta afinidad por esta fase estacionaria por parte de cada uno de los componentes que constituyen la mezcla en análisis determina la separación de los mismos: podrán algunos compuestos ser fuertemente afines a la fase estacionaria, por lo que son retenidos en la misma y saldrán de la columna cromatográfica recién después de un largo período de tiempo. Cada sustancia separada produce un pico cromatográfico, cuya área es proporcional a la cantidad presente de la misma en la mezcla inyectada. La cromatografía de gases no sólo es útil para estudiar la composición de un aceite esencial, como veremos seguidamente, sino que también es una herramienta indispensable en el control de calidad, como se verá en el apartado correspondiente. (Bandoni, 2003).

c) Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

Durante las dos últimas décadas se ha demostrado que uno de los métodos más eficientes para el estudio de la composición de los aceites esenciales es la cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (CG-EM). Este método es adecuado para la identificación debido a que los componentes del aceite son compuestos volátiles y de bajo peso molecular (<300 dalton). En este método se puede inyectar la esencia directamente sin ningún tratamiento previo, lo cual elimina posibles modificaciones en la composición de la muestra o en la estructura de sus constituyentes debidas a un pretratamiento. No se eliminan las alteraciones debidas a la temperatura de análisis, que puede afectar componentes termo-sensibles. En el cromatógrafo, los componentes de la esencia se separan, tras lo cual penetran en el espectrómetro de masas, que permite registrar el correspondiente

espectro de cada una de las sustancias separadas. La CG-EM permite realizar en una sola operación, para una muestra del orden de 1 µl, un análisis cualitativo junto con una indicación de las proporciones en las que se encuentran los componentes. Cuando se dispone de sustancia patrón, la calibración del equipo permite un análisis cuantitativo exacto de la muestra. (Bandoni, 2003).

Figura N°.- 1. Estructura de monoterpeno Aceite esencial cítrico.



2.2.11. Pectina.

La pectina es un coloide por excelencia que tiene la propiedad de absorber una gran cantidad de agua. Pertenece al grupo de los polisacáridos y se encuentra en la mayoría de los vegetales, especialmente en los cítricos. La pectina se deposita principalmente en la pared primaria y en la lámina media, siendo los tejidos mesenquimáticos y paranquemáticos particularmente ricos en dicha sustancia. (Páez, G.2005).

2.2.11.1. Propiedades físicas.

Según Gliksman, M. 1996:

- El peso molecular de las pectinas varía de acuerdo a la materia prima, condiciones de extracción, y procedimientos de purificación. En base a viscosimetría, el peso molecular de las pectinas comerciales normalmente se encuentra dentro del rango de 50,000 a 150,000 daltons.

- Pureza: Debe tener un mínimo del 78% de ácido anhidrouónico, así mismo debe estar libre de humedad y cenizas.
- pH: Trazas de ácido mineral que contaminan las pectinas (derivadas de tratamiento de extracción y purificación) pueden afectar la concentración de iones hidrógeno en mayor magnitud de lo que afectaría la acidez titulable. La mayor parte de las cenizas que acompañan a las pectinas consisten de carbonatos alcalinos o bases. En general, una alta alcalinidad de cenizas acompaña a una baja acidez y viceversa. Más aún, cuando es tomado en cuenta el pH es notable la relación existente entre las tres propiedades. La alta alcalinidad-baja acidez acompaña a un pH alto, mientras que a una baja alcalinidad-alta acidez lo hace con un pH bajo. Esto es lo que se esperaría si la ceniza alcalina hubiera sido combinada en la pectina con una proporción de los grupos ácidos no esterificados; la relación entre los grupos ácidos libres y combinados gobernarían el pH de la solución en un cierto grado. El modo de preparación de las pectinas repercute directamente en la alcalinidad de las cenizas. Esto se observa más claramente si se toma en cuenta que cuando las pectinas son extraídas con agua (o con una solución muy débil de ácido) y se utiliza cloruro de sodio en vez de ácido clorhídrico para ayudar a la coagulación durante las últimas etapas de la purificación, la proporción de constituyentes básicos es alta; mientras que cuando la extracción se realiza con una solución fuerte de ácido clorhídrico o se adiciona ácido en alguna etapa de la purificación, la alcalinidad de las cenizas es baja. (Guerritz, H. 1985).

2.2.11.2 Propiedades Químicas.

Las sustancias pécticas son carbohidratos complejos ya que a diferencia de la gran mayoría de los polisacáridos, estas contienen grupos carboxilo que pueden estar protonados (COOH) a $\text{pH} < 3$; en forma ionizada (COO^-) a $\text{pH} > 3$, o como éster metílico (COOCH_3); en cada caso las pectinas tienen diferente capacidad de interacción con los otros constituyentes de los alimentos, pero en

el de los carboxilos ionizados son más reactivas. Los ácidos, a altas temperaturas, hidrolizan las uniones glicosídicas. El grado de fragmentación de la molécula depende del pH del medio. Con ácido clorhídrico a ebullición, la pectina produce furfural (se deriva de las porciones de la pentosa y ácido galacturónico) dióxido de carbono y agua; por cada mol de ácido galacturónico, se forma un mol de dióxido de carbono (Gómez, B.2001)

2.2.11.3 Propiedades fisiológicas.

Las enzimas pectinolíticas se encuentran en las plantas y son excretadas por muchos microorganismos. El ser humano, sin embargo, no posee un sistema enzimático para degradar la pectina por lo que ésta pasa sin cambio alguno al intestino grueso, donde las bacterias son capaces de usar la pectina como su fuente de carbono. Aun cuando la pectina es hidrolizada en el tracto intestinal, no tiene o solo posee un valor calórico insignificante. Se ha demostrado que la pectina reduce los niveles de colesterol en la sangre y la fracción de las lipoproteínas de baja densidad, sin cambiar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad o triglicéridos. La pectina parece ser efectiva en la reducción de glucosa en individuos normales, obesos o diabéticos, siendo un beneficio metabólico sin una pérdida adversa de minerales en el bulto fecal. (Gómez, B.2001).

2.2.11.4 Usos de la pectina en alimentos.

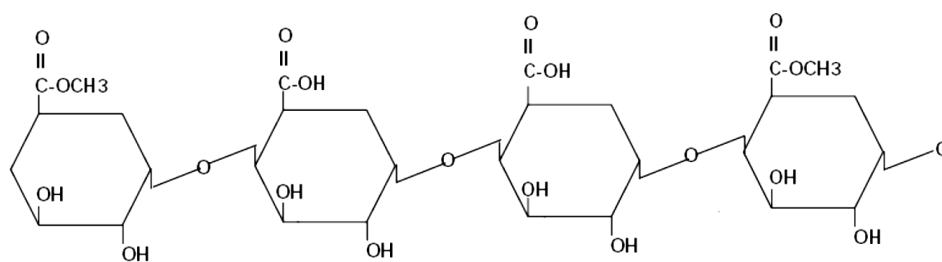
La pectina es usada principalmente como agente gelificante en alimentos. Dependiendo del tipo de pectina y de su dosificación, y de la composición del sistema en que actúa, se pueden obtener texturas suaves hasta firmes y cohesivas. La formación de geles a partir de pectina se puede utilizar para estabilizar alimentos con fases múltiples, ya sea en el producto final o en una fase intermedia del proceso. El carácter aniónico de este polímero puede, en sistemas específicos, servir también para ayudar a la agregación de, por ejemplo partículas proteicas. El efecto espesante de la pectina en términos de

aumento de viscosidad es utilizado principalmente en donde las regulaciones alimenticias previenen el uso de “gomas” más baratas o donde la imagen de un producto completamente natural es esencial. Los usos principales de las pectinas se presentan a continuación. Cerca del 80% de toda la pectina producida es consumida por la industria procesadora de frutas y el grupo de alimentos de jaleas, mermeladas y conservas, es el área de aplicación más importante de este aditivo. (Gómez, B.2001)

2.2.11.5 Estructura y composición.

La columna vertebral de la pectina está compuesta por unidades enlazadas ($\alpha 1-4$) del ácido galacturónico interrumpidos por enlaces simples ($\alpha 1-2$) de residuos de ramnosa. Los grupos carboxilos de las unidades del ácido galacturónico están parcialmente esterificados por metanol, lo cual define el contenido de metoxilo en una pectina dependiendo de la fuente y el modo de extracción. El grado de esterificación (GE) está definido por la relación de residuos de ácido galacturónico metilesterificados con el total de unidades de ácido galacturónico presentes en la 10 muestra de pectina. El número y distribución de los grupos estermetílicos a lo largo de la molécula juegan un papel importante en la solubilidad, propiedades de espesamiento, capacidad de gelificación, que son condiciones requeridas para las propiedades finales del gel, y también sobre la firmeza y cohesión de los tejidos de las plantas (Stephen, A. 2006).

Figura N°.- 2. Estructura de la Pectina.



Estructura representativa de la pectina

Fuente: Stephen, A. 2006

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.

Se utilizó los siguientes materiales, reactivos y equipos disponibles en los laboratorios existentes en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.1.1 Materia prima vegetal.

Como materia prima se usarán un total de 540 frutos de limón “Chino” (*Citrus limonum*), mandarina “Criolla” (*Citrus reticulata*), toronja “Blanca” (*Citrus x paradisi*) procedentes del Cantón Ventanas, Provincia de los Ríos “Finca Ledesma Núñez”, perteneciente al recinto “Aguasfrías”, fueron cosechados 17 frutos por planta en 32 zonas en estado fisiológicamente verde y maduro.

3.1.2 Materiales de laboratorio.

- Probeta (100 - 250 ml)
- Pipeta (25 ml)
- Tubos de ensayo
- Embudo
- Cajas Petri
- Vasos de precipitación (500 – 800 ml)
- Bureta (25 ml)
- Agitador
- Tubos de Ependorf
- Pipetas Pasteur

3.1.3 Suministros de oficina.

- Cuaderno de campo
- Internet
- Notebook
- Resmas de papel bond A4
- Cartuchos de tinta negro

- Cartuchos de color

3.1.4 Reactivos.

- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio al 0,1 N

3.1.5 Equipos.

- Potenciómetro marca OAHCON
- Balanza ECHO capacidad 600 g, precisión 0,001 g
- Calibrador de vernier marca Stanley
- Cromatógrafo de gas acoplada a masa (CG-MS) marca PERKIN ELMER CLARUS 500, columnas capilares de sílice fundida: un grupo polar (A) recubierto con polietileno glicol MW 20.000, conectado a un detector FID y un no polar (B) recubiertas con fenil-95% de metil 5% silicona conectado a un detector FID y un detector de masas cuadripolar, temperatura del horno 90 ° C, y luego a 3 ° / min a 225 ° C (15 min), temperatura del detector FID y del inyector 255 ° C y 275 ° C respectivamente, móvil fase helio 1,87 ml / min y el volumen de inyección de 0,5 ul.

3.1.6 Equipo de protección personal.

- Mandil
- Cofia
- Mascarilla
- Guantes

3. 2. Métodos.

3.2.1 Métodos de investigación

En la presente investigación los procesos utilizados son los siguientes:

3.2.1.1 Método inductivo – deductivo

Se empleo este tipo de investigación, ya que se parte de un problema a una posible solución, este nos permite adquirir una adecuada tecnología para la obtención de un buen rendimiento de aceite esencial y pectina, conocer los parámetros físicos-químico y nutricional de los frutos de estudio.

3.2.1.2 Métodos estadísticos

Mediante un programa se cuantifico, tabulo y ordeno los datos obtenidos mediante análisis, de esta manera permitiendo encontrar los resultados de esta investigación.

3.2.2 Ubicación del experimento.

Esta investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), que se encuentra localizada en la vía Sto. Domingo Km 1 ½, en los laboratorios de Usos Básicos, mientras que los análisis nutricionales se los realizó en dos laboratorios, el Instituto Nacional de Investigación Agro Pecuaria (INIAP) Sta. Catalina Quito, y el Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA) de la Universidad Politécnica del Chimborazo, Riobamba, mientras que los análisis cromatográficos se los realizó en los laboratorios de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

3.2.3 Diseño experimental.

3.2.3.1 Parámetros Físico-Químico.

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo de dos factores el primer factor serán las variedades de cítricos (Limón, mandarina y Toronja), como segundo factor los Estados de madurez (verde y madura), con dos repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental está conformada por treinta frutos.

Para determinar diferencias entre medias de tratamiento se empleará la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Cuadro N°.- 4 Tratamientos para Análisis Físico-Químico de cítricos.

Tratamiento		
N°	Código	Detalle
1	V1E1	Limón (chino); verde
2	V1E2	Limón (chino); madura
3	V2E1	Mandarina(criolla); verde
4	V2E2	Mandarina (criolla); madura
5	V3E1	Toronja (blanca); verde
6	V3E2	Toronja (blanca); madura

Cuadro N°.- 5 Análisis de Varianza para las variables Físico-Químicas de cítricos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Tratamiento	(t-1)	5
Bloque	(b-1)	1
Factor V	(v-1)	2
Factor E	(e-1)	1
Inter VxE	(v-1)(e-1)	2
Error Experimental	diferencia	6
Total	vxexr-1	11

Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + E_k + \text{Int Factor } V_j \times E_k + B_j + E_{ijk}$$

μ = Media de las observaciones; V_i Efecto del Factor Variedades; E_k = Efecto del Factor Estado de madurez; Efecto de la Interacción Variedad x Estado; B_j = efecto de los bloques; E_{ijk} = Error experimental.

3.2.3.2. Pectina.

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo de tres factores, donde el primer factor será las variedades de cítricos (Limon, mandarina y Toronja), como segundo factor los Estados de madurez (verde y madura), y como tercer factor el tiempo (60 y 90 minutos), con tres repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental estará conformada por 200 gr de flavedo.

Para determinar diferencias entre medias de tratamiento se empleó la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Cuadro N°.- 6. Tratamientos para evaluar el proceso de extracción de Pectina.

N°	Tratamiento	
	Código	Detalle
1	V1E1T1	Limón (chino); verde; 60 min.
2	V1E1T2	Limón (chino); verde; 90 min.
3	V1E2T1	Limón (chino); maduro; 60 min.
4	V1E2T2	Limón (chino); maduro; 90 min.
5	V2 E1T1	Mandarina (criolla); verde; 60 min
6	V2 E1T2	Mandarina (criolla); verde; 90 min.
7	V2 E2T1	Mandarina (criolla); maduro; 60 min
8	V2 E2T2	Mandarina (criolla); maduro; 90 min.
9	V3 E1T1	Toronja (blanca); verde; 60 min.
10	V3 E1T2	Toronja (blanca); verde; 90 min.
11	V3 E2T1	Toronja (blanca); maduro; 60 min.
12	V3 E2T2	Toronja (blanca); maduro; 90 min.

Cuadro N°.-7 Análisis de Varianza para la Extracción de Pectina.

Fuente de Variación	Grados de libertad	
Tratamiento	(t-1)	11
Bloque	(b-1)	2
Factor V	(v-1)	2
Factor T	(t-1)	1
Factor E	(e-1)	1
Inter VxT	(v-1)(t-1)	2
Inter VxE	(v-1)(e-1)	2
Inter TxE	(t-1)(e-1)	1
Inter VxTxE	(v-1) (t-1)(e-1)	2
Error Experimental	(vtxte-1)(r-1)	22
Total	vxextxr-1	35

Modelo matemático

$$Y_{ijklm} = \mu + V_i + T_k + \text{Int}V_i \times T_k + E_l + \text{Int}V_i \times E_l + \text{Int}T_k \times E_l + \text{Int}V_i \times T_k \times E_l + B_m + E_{ijklm}$$

μ = Media de las observaciones; V_i = Efecto del Factor Variedad; E_k = Efecto del Factor Estado de madurez; V_iE_k = Efecto de la Interacción Variedad x Estado de madurez; T_l = Efecto del Factor Tiempo; V_iT_l = Efecto de la Interacción Variedad x Tiempo; E_kT_l = Efecto de la Interacción Estado x Tiempo; $V_iE_kT_l$ = Efecto de la Interacción $V_i \times E_k \times T_l$; B_m = Efecto de los bloques; E_{ijklm} = Error experimental.

3.2.3.3 Análisis Cromatográfico.

Los valores obtenidos fueron comparados con muestras de naranja pomelo y mandarina provistas por el software incorporado por el sistema Cromatográfico siendo los valores finales dados en porcentaje.

3.2.4 Propiedades Físicas:

3.2.4.1 Diámetro (Cm).

Se midió los diámetros ecuatorial y polar con un calibrador de vernier marca STANLEY

3.2.4.1.1 Relación diámetro polar – ecuatorial (Cm).

Se tomó la relación entre el diámetro polar sobre el ecuatorial.

Cálculo: Relación = dp/de

Dónde: dp = diámetro polar

de = diámetro ecuatorial

3.2.4.1.2 Peso Unitario (gr).

El peso, es la medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto, para esta variable se utilizó una balanza marca ECHO., de 600 gr de capacidad y con precisión de 0.001gr.

3.2.4.1.3 Volumen.

Para esta variable se determinó el volumen de la fruta por el método de desplazamiento de fluidos, la fruta fue sumergida en un vaso de precipitación, se tomó la medida de agua desplazada por la fruta.

3.2.4.1.4 Rendimiento del jugo (ml).

Se utilizó un extractor mecánico de jugo para esta variable, la cantidad de jugo obtenido por cada fruta se determinó mediante el uso de una probeta de 250 ml.

3.2.4.1.5 Porcentaje de Jugo (%).

Se evaluó en relación del peso total y de la cantidad de jugo obtenido en cada fruto.

3.2.4.1.6 Peso de semillas.

En esta variable se utilizó una balanza marca ECHO., de 600 gr de capacidad y con precisión de 0.001gr, para tomar el peso de las semillas presentes en cada fruta.

3.2.4.1.7 Número de semillas (Unid).

En esta variable se procedió a evaluar la cantidad de semillas presentes en cada fruta.

3.2.5 Propiedades químicas.

3.2.5.1 Potencial de Hidrógeno.

El pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución, la que se determinó mediante el uso de un pH-metro electrónico digital marca OAKTON.

3.2.5.2 Sólidos solubles (°Brix).

Los brix indican los sólidos solubles en la muestra solución, se determinó mediante el uso de un refractómetro portátil modelo RHB-32ATC de 32 % °Brix – 20 °C

3.2.5.3 Acidez.

Esta variable se realizó mediante el cálculo de la acidez titulable la cual se efectuó mediante la siguiente fórmula:

Cálculo:

$$Acidez = \frac{A \cdot B \cdot C}{D} \cdot 100$$

Donde:

A= cantidad en mililitros del álcali o sosa usada.

B= normalidad de la sosa usada.

C= peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el producto.

D= peso de la muestra en miligramos.

3.2.5.4 Índice de madurez (Ratio).

Esta variable se determinó mediante la relación de los sólidos solubles totales sobre la acidez.

Cálculo:

Ratio = °Brix/acidez

Donde:

°Brix = sólidos solubles en la solución

Acidez = es el porcentaje de ácido cítrico

3.2.5.5 Materia Seca (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

3.2.5.6 Humedad (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor, hasta que se haya eliminado el 100 % de agua. Esta humedad se eliminó a una temperatura de 105 grados centígrados.

3.2.5.7 Cenizas (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

La muestra de un alimento se incineró a 550 °C., para quemar todo el material orgánico presente en la muestra. El material

inorgánico que no se abrasa a esta temperatura se denomina cenizas.

3.2.5.8 Proteína (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

Las proteínas son compuestos orgánicos de elevado peso molecular. Contienen al igual que las grasas y los hidratos de carbono, oxígeno, carbono, hidrógeno, pero todos tienen además nitrógeno que es la fracción que se determinó en forma de NH_3 y muchas ellas azufre. La determinación de proteína bruta consta de tres etapas: digestión, destilación y titulación. Digestión ácida del jugo y titulación.

3.2.5.9 Extracto Etéreo (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

El hexano se evapora y se condensa continuamente y al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles en el solvente orgánico. El extracto se recogerá en un beaker y cuando el proceso se completa el hexano se destila y se recolecta en otro recipiente, y la grasa que queda en el beaker se seca y se pesa.

3.2.5.10 Extracto libre de nitrógeno (%).

Este análisis se realizó en los laboratorios Centro de Servicios Técnicos Y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

3.2.5.11. Vitamina C (mg/l).

Se determinó con el método MO-LSAIA-10. Los resultados se expresaron en miligramos de ácido ascórbico por cada 100 ml de jugo. Este análisis fue realizado en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.12. Azúcares totales (mg/100ml).

Se determinó con el método MO-LSAIA-21. Los resultados se expresaron en gramos de azúcares totales por cada 100 ml de jugo. Este análisis se realizó por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.13. Azúcares reductores (mg/100ml).

Se determinó con el método MO-LSAIA-22. Los resultados son expresados en miligramos de azúcares reductores por cada 100 ml de jugo. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.14. Calcio (Ca) (mg/100ml).

Se determinó con el método MO-LSAIA-22. Los resultados son expresados en miligramos de Ca por cada 100 ml de jugo. Este análisis se realizó por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.15. Fósforo (P) (mg/100ml).

Se determinó con el método MO-LSAIA-22. Los resultados son expresados en miligramos de P por cada 100 ml de jugo. Este

análisis se realizó por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.16. Magnesio (Mg) (mg/100ml).

Se determinó con el método MO-LSAIA-22. Los resultados son expresados en miligramos de Mg por cada 100 ml de jugo. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.17. Potasio (K) (mg/100ml).

Los resultados son expresados en miligramos de K por cada 100 ml de jugo. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.5.18. Sodio (Na) (mg/100ml).

Los resultados son expresados en miligramos de Na por cada 100 ml de jugo. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

3.2.6 Aceite esencial.

3.2.6.1 Rendimiento de aceite esencial (ml/30 f).

En esta variable se extrajo el aceite esencial mientras se monda el flavedo con la ayuda de un pelador manual y un chuchillo, así mismo se utilizó el método de expresión para la extracción del aceite esencial del limón, mandarina y toronja, el cual consiste después del mondado de las frutas en exprimir el flavedo con las yemas de los dedos, el aceite fue retenido en un tubo de ensayo

acoplado a un embudo de vidrio, los valores son determinado por mililitros por cada 30 frutos.

3.2.6.2. Análisis Cromatográfico.

El aceite esencial fue analizado en un cromatografó de gases acoplados a masa de los laboratorios de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

3.2.6.3 Extracción de Pectina.

- **Materia Prima:** Se usó 200 gr. de cascara en dos estados de madurez (verde y madura).
- **Inactivación Enzimática:** en un recipiente con agua caliente se colocó las cáscaras por 10 minuto, luego se las retira.
- **Licuada:** se licuó las cáscaras con 200 ml de agua luego en otro recipiente se agregó los 800 ml de agua acidulada dejando en reposo por 20 minutos.
- **Cocción:** después del reposo las muestras licuadas se pusieron en cocción en dos tiempos 60 y 90 minutos.
- **Agua acidulada:** se usó ácido clorhídrico en una relación de 0.8 ml/ litro de Agua.
- **Hidrólisis:** se usó por cada 200 gr. de materia prima licuada 800ml de agua acidulada a un pH de 2.5.
- **Filtración:** separación del bagazo y el líquido por medio de la tela de liencillo.

- **Precipitación:** A la solución resultante se le añadirá el 60% de alcohol de 98° esto permitirá la precipitación de la pectina soluble en esta solución, dejándolo por una hora en reposo y posteriormente la separación por lienzo.
- **Evaporación:** La finalidad de este paso es que se eliminó la mayor cantidad posible de agua y se lo realizó en una estufa a 45°C.
- **Molienda:** Se lo realizó con un mortero.
- **Empacado:** Este paso se lo realizó de inmediato ya que la pectina es higroscópica (adquiere humedad del medio ambiente) y se usaron fundas plásticas (Ziplot).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS FÍSICOS.

4.1.1 Diámetro

4.1.1.1 Ecuatorial (cm)

Según el análisis estadístico, se demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 difieren estadísticamente de T5 y T6; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó en T5 (9,19 cm) toronja “blanca” verde y el de menor valor en T2 (5,53cm) limón “chino” maduro. Esta variable presentó un promedio de (6,85 cm), y con un coeficiente de variación de (4,75).

Los valores de Limón “chino” se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Dorado (2011); que en sus estudios realizados al limón variedad “Tahití” de Colombia obtuvo un valor máximo de 6,80 cm y mínimo 4,20 cm.

Según Orduz (2009), en sus estudios realizados en mandarinas variedad “Arrayana” de Colombia obtuvo un valor como máximo 7,54 cm de diámetro y como mínimo 2,23 cm, estos valores de mandarina “Criolla” cultivada en el Cantón Ventanas se encuentra en ese rango.

Los valores obtenidos en toronja “blanca” se encuentran dentro de los rangos de las Normas CODEX (2000); que indica en diámetro ecuatorial de Toronja un mínimo de 8,9 cm y máximo de 11cm a 11,8cm de diámetro. (Ver cuadro 8).

4.1.1.2 Polar (cm)

Según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 tienen diferencias estadísticamente de T5 y T6, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó para T5 (8,48 cm) toronja “blanca” estado verde y el de menor valor T4 (4,80 cm) mandarina “criolla” estado madura, estableciendo un promedio total (6,23 cm) y un coeficiente de variación de (4,76).

En los estudios realizados por Puente (2006); al limón variedad “Sutil” de Ibarra obtuvo un valor máximo de 6,80 cm y mínimo de 4,20 cm; estos valores concuerdan con los obtenidos en Limón “chino” en esta investigación.

Los valores obtenidos en mandarina “criolla” concuerdan con los obtenidos por Orduz (2009); que en sus estudios realizados en mandarinas variedad “Arrayana” de Colombia obtuvo un valor máximo 5,44 cm y mínimo de 2,33 cm.

Según en el Congreso Mexicano de Investigación en Cítricos (2012); en sus estudios realizados a la toronja, obtienen un diámetro de 8,1cm, este valor es inferior a los obtenidos en esta investigación en toronja “blanca”. (Ver cuadro 8).

4.1.2 Peso unitario (gr)

Para esta variable según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 tienen diferencias estadísticamente de T5 y T6, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó para T5 (362,33 gr) y el de menor valor T2 (88,93 gr). Con un promedio general para esta variable (181,97), y con un coeficiente de variación de (17,12).

Según Amórtegui (2001) en el estudio de algunos cítricos señala que el peso o masa de limón “Común” es de (75 gr) y el limón “Tahiti” (96 gr), en las variedades de mandarina “Clementina” (70 gr), “Arrayana” (110 gr), “King” (52 gr), “Dancy” (90 gr) lo que nos indica que el limón “Chino” y la mandarina “Criolla” cultivado en el Cantón Ventanas están en el rango de los estudios realizados por otros autores.

Según Escalona *et al.* (1998) En estudio que realiza en cuatro especies de frutos cítricos: Naranjos, mandarinos, pomelos e híbridos en Venezuela indica valores del peso unitario o masa de los frutos en las variedades de pomelos o toronjas indica valores Marsh (221,30gr), Reinkin (565,97gr), Red Blush (255,60gr) lo que nos indica que la Toronja “Blanca” Cultivada en el Cantón Ventanas esta entre los valores dados por Escalona. (Ver cuadro 8).

4.1.3 Volumen (ml)

En esta variable se demostró por medio de análisis estadístico no posee diferencia entre todos los Tratamientos, reflejando un coeficiente de variación de (39,33). Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en T6 (300,17 ml) toronja “blanca” madura, y el de menor valor en T3 (90,97 ml) mandarina “criolla” estado verde. Esta variable registro un promedio general de (158,07 ml).

Escalona *et al.* (1998), En su estudio que realiza en cuatro especies de frutos cítricos: Naranjos, mandarinos, pomelos e híbridos en Venezuela indica valores en la variedad mandarina Nova (57,9 ml), variedad Cravo (47,2 ml), variedad Kinnow (67,3 ml), variedad kara (71,4 ml), en las variedades de pomelos o toronjas indica valores Marsh (101,5 ml), Reinkin (95 ml), Red Blush (96,7 ml), estos valores son superados por los obtenidos en esta investigación en mandarina “Criolla” y Toronja “Blanca”. (Ver cuadro 8).

4.1.4 Densidad (g/ml)

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no muestran diferencia significativa entre ellos, reflejando un coeficiente de variación de (26,02). Numéricamente la variedad con mayor valor se presentó en T5 (1,55 g/ml) toronja “blanca” estado verde y el de menor valor T2 (0,96 g/ml) Limón “Chino”. Estableciéndose un promedio total de (1,14 g/ml).

Álvarez, (2005); según el estudio realizado al limón de “Tucúman” la densidad que presenta es de (1,035 g/ml); lo cual concuerda con los obtenidos en esta investigación en limón. (Ver cuadro 8).

4.1.5 Jugo (ml)

Según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 difieren estadísticamente de T5 y T6; reflejando un coeficiente de variación de (18,18). Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó para T6 (109,52 ml) Toronja “Blanca” estado maduro y el de menor valor T4 (30,2 ml) Mandarina “criolla” maduro. En esta variable se estableció un promedio general de (55,74 ml).

Según Grönauer, (2009); en los estudios realizados al limón variedad “Sutil” obtiene volúmenes promedio entre (9,94 ml) y (14,34 ml); estos valores son superados por los obtenidos en esta investigación en Limón “Chino”.

Según en el Congreso Mexicano de Investigación en Cítricos (2012), en sus estudios realizados a la toronja, presenta un volumen de 102 ml, este valor se encuentra dentro del rango obtenido en esta investigación que va desde 93,35 ml a 109,52 ml. (Ver cuadro 8).

4.1.6 Rendimiento de jugo (%)

Según el análisis estadístico todas los tratamientos no muestran diferencia significativa entre ellos, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó en T5 (1,55 %) y el de menor valor T2 (0,96 %). Con un promedio total de (1,14%) y un coeficiente de variación de (26,02 %).

Los valores de Limón “chino” se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Puente, (2006); que en su estudio realizado a limón variedad “Sutil” obtiene un rango de jugo entre (36,98%) y (40,01 %).

Vázquez, (2003); en el estudio realizado a la mandarina “Nova” en Uruguay el porcentaje de jugo obtenido es de (37,30 %) este resultado coinciden con los datos obtenidos en esta investigación. (Ver cuadro 8).

4.1.7 Peso de flavedo “Cascara” (gr)

En esta variable según el análisis estadístico los tratamientos no muestra diferencia significativa entre ellos, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó en T6 (51,06 gr) y el de menor valor T3 (15,51 gr). Con un promedio total de (28,79) y un coeficiente de variación de (12,71). (Ver cuadro 8).

4.1.8 Peso de semillas (gr)

Para esta variable según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 tienen diferencias estadísticamente de T5 y T6, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó para T5 (19,15 gr) y el de menor valor T2 (1,58 gr). Con un promedio general para esta variable (8), y con un coeficiente de variación de (22,09). (Ver cuadro 8).

4.1.9 Número de semillas

Según el análisis estadístico los tratamientos T5 y T6; no difieren entre ellos, pero si difiere de T3 y T4; así mismo de T1 y T2, reflejando un coeficiente de variación de (5,81). Numéricamente el valor más alto se muestra en T5 (47,75) Toronja “blanca” estado verde y el valor más bajo T2 (10,08) limón “chino” estado maduro. Esta variable registro un promedio general de (27,67).

Según Amórtegui (2001) en el estudio de algunos cítricos señala que el número de semillas limón “Común” es de (7) y el limón “Tahiti” (1), en las variedades de mandarina “Clementina” (4), “Arrayana” (20), “King” (15), “Dancy” (6) y en las variedades de toronja “Duncan” (54), “Manuelita” (55), “Ruby” (5) lo que nos indica que el limón “Chino”, la mandarina “Criolla” cultivado en el Cantón Ventanas superan el número de semillas mientras que la toronja es menor el número de las semillas de las variedades estudiadas por Amórtegui. (Ver cuadro 8).

4.1.10 Peso albedo “hollejo” (gr)

Según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 tienen diferencias estadísticamente de T5 y T6, numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó para T5 (172,81 gr) y el de menor valor T2 (29,75gr). Con un promedio general para esta variable (75,90), y con un coeficiente de variación de (32,59). (Ver cuadro 8).

CUADRO N°8. RESULTADO DE VARIABLES FÍSICAS EN LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*.), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) COSECHADA EN EL RECINTO DE AGUAS FRIAS DEL CANTÓN VENTANAS 2014.

T.	D. E.		D. P.		P. U.		Vol.		Den.		Jugo.		% Jugo.		P. Cs.		P. se.		gr	N. se		P. h.	
1	5,67	b	5,49	b	99,57	b	96,84	a	1,04	a	37,25	b	37,45	a	17,13	a	2,4	b	13,9	c	36,94	b	
2	5,53	b	5,25	b	88,93	b	92,18	a	0,96	a	32,89	b	36,56	a	16,57	a	1,58	b	10,8	c	29,75	b	
3	5,84	b	4,93	b	91,36	b	90,97	a	1,01	a	31,22	b	35,32	a	15,51	a	4,85	b	23,45	b	35,22	b	
4	5,87	b	4,8	b	97,87	b	94,08	a	1,04	a	30,2	b	32,12	a	25,03	a	5,22	b	23,04	b	34,58	b	
5	9,19	a	8,48	a	362,33	a	274,17	a	1,55	a	93,35	a	26,16	a	47,46	a	19,15	a	47,75	a	172,81	a	
6	9,04	a	8,43	a	351,78	a	300,17	a	1,21	a	109,52	a	31,53	a	51,06	a	14,78	a	47,07	a	146,1	a	
Pr.	6,85		6,23		181,97		158,07		1,14		55,74		33,19		28,79		8		27,67		75,9		
CV %	4,75		4,76		17,12		39,33		26,02		26,02		12,71		28,95		22,09		5,81		32,59		

D.E: Diámetro Ecuatorial; **D, P:** Diámetro Polar; **P.U:** Peso Unitario; **Vol:** Volumen; **Den:** Densidad; **P.Cs;** Peso Cascara; **P. Se:** Peso Semilla; **N. Se;** Numero de Semilla; **P.h;** Peso Hollejo.

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Elaborado por: Coello, S 2013

4.2 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.2.1 pH

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T2; no difieren entre ellos, pero si difiere de T3 y T4; así mismo de T5 y T6. Numéricamente el mayor valor se presentó en T4 (4.55) y el menor valor en T1 (3.23), esta variable dio un promedio de (3.93) y un coeficiente de variación de (1,21).

Para el limón chino procedente del Cantón Ventanas el pH en estado fisiológico verde es 3,23 y maduro 3,4, para la mandarina criolla en estado fisiológico verde es 4,41 y maduro 4,55 y en la toronja blanca el estado de madurez fisiológico verde es 3,98 y maduro 4,02. Según las normas INEN 437 el rango permitido para jugos es entre un mínimo de 3,0 y un máximo de 4,0 mediante los resultados obtenidos el mejor estado fisiológico para la obtención de jugo es verde. (Ver cuadro 9).

4.2.2 Grados Brix (°)

Para esta variable según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T1, T2, T5, y T6 tienen diferencias estadísticas de T3 y T4. Numéricamente el mayor valor se presentó en T4 (12,6) y el menor valor T1 (7,2) esta variable presento un promedio de (9,08) y un coeficiente de variación de (6,04 %).

Para el limón chino precedente del cantón Ventanas el ° Brix en estado fisiológico verde es 7,02 y maduro 8,35, para la mandarina en estado fisiológico verde es 11,55 y maduro 12,6 y para la toronja los °brix en estado fisiológico verde es 7,23 y maduro 7,57. Según las normas INEN 437 el rango permitido de °Brix es de 10,0. (Ver cuadro 9).

4.2.3 Acidez Titulable (%)

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T2 no difieren estadísticamente entre sí, así mismo sucede con T5 y T6, pero existe diferencia de estos tratamientos mencionados en comparación a T3 y T4. Numéricamente el mayor valor se presentó en T2 (6.62) y el menor valor en T3 (0,82) esta variable dio un promedio de (3,15) y un coeficiente de variación de (2,38 %).

Para el limón chino precedente del cantón Ventanas la acidez en estado fisiológico verde es 6,34 y maduro 6,62, para la mandarina en estado fisiológico verde es 0,82 y maduro 1,30 y para la toronja la acidez en estado fisiológico verde es 1,86 y maduro 1,99. Según las normas INEN 437 todos los tratamientos superan los valores establecidos ya que el rango permitido de Acidez como mínimo es de 0,75 y máximo 1,40. (Ver cuadro 9).

4.2.4 Índice de Madurez.

Para esta variable según el análisis estadístico los tratamientos T1, T2, T4, T5 Y T6 difieren estadísticamente de T3. Numéricamente el tratamiento con mayor valor se presentó en T3 (11,15) y el menor valor en T2 (0,98), estableciendo un promedio total (4,48) y un coeficiente de variación (26,2%).

Para el limón chino precedente del cantón Ventanas el índice de madurez en estado fisiológico verde es 1,14 y maduro 0,98, para la mandarina en estado fisiológico verde es 11,15 y maduro 7,67 y para la toronja el índice de madurez en estado fisiológico verde es 3,01 y maduro 2,93.

Escalona *et al.* (1998), En estudio que realiza en cuatro especies de frutos cítricos: Naranjos, mandarinos, pomelos e híbridos en Venezuela indica valores en la variedad mandarino Nova (9,71), variedad Cravo (12,48), variedad Kinnow (9,51), variedad kara (6,43), en las variedades de pomelos o toronjas indica valores Marsh (5,62), Reinkin (7,70), Red Blush (5,05). (Ver cuadro 9).

CUADRO N°9. RESULTADO DE VARIABLES QUÍMICAS EN LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*.), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) COSECHADA EN EL RECINTO DE AGUAS FRIAS DEL CANTÓN VENTANAS 2014.

Tratamiento	pH		Brix		Acidez		I. Madurez	
1	3,23	c	7,2	b	6,34	a	1,14	a
2	3,4	c	8,35	b	6,62	a	0,98	a
3	4,41	a	11,55	a	0,82	d	11,15	c
4	4,55	a	12,6	a	1,3	c	7,67	bc
5	3,98	b	7,23	b	1,86	b	3,01	ab
6	4,02	b	7,57	b	1,99	b	2,93	ab
Promedio	3,93		9,08		3,15		4,48	
CV %	1,21		6,04		2,38		26,2	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Coello,S 2013.

4.3 Parámetros Nutricionales.

4.3.1. Materia Seca (%)

Según el análisis estadístico los T3 y T4 no difieren entre sí, los T1 y T5 no difieren entre sí, pero sí hay diferencia los T2 y T6 con los demás tratamientos ya mencionados. Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de materia seca es T2 (14,9 %) que es de limón “chino” maduro y el de menor valor T6 (11,2 %) que es de toronja “blanca” madura, con un promedio total de (38,7 %) reflejando un coeficiente de variación (0,7 %). (Ver cuadro 10).

Según Orduz (2009), en los estudios realizados a la variedad de mandarina “Arrayana” el porcentaje de materia seca obtuvo un máximo (23,28%) y un mínimo (12,03%), lo que significa que la mandarina “Criolla” de estudio de esta investigación se encuentra en ese rango.

4.3.2. Humedad (%)

Según el análisis estadístico los T3 y T4 no difieren entre sí, los T1 y T5 no difieren entre sí, pero sí hay diferencia los T2 y T6 con los demás tratamientos ya mencionados, Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de humedad es T6 (88,7 %) que es de toronja “blanca” madura y el de menor valor T2 (85,02 %) que es de limón “chino” maduro, presentando un promedio total de (260,76 %), esta variable refleja un coeficiente de variación (0,11 %).

En los estudios realizados por García, (2002) en Perú a la variedad de limón “Chino” de la amazonia el porcentaje de humedad es de (95,3%) indicando que el limón “Chino” de esta investigación cosechado en el Cantón Ventanas los valores de humedad se encuentra cerca del rango. (Ver cuadro 10).

4.3.3. Cenizas (%)

Según el análisis estadístico de los tratamientos T5 y T6 no difieren entre sí, sin embargo sí difieren estadísticamente de los de T1, T2, T3 y T4. Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de ceniza es T5 (0,62 %) que es de toronja “blanca” verde y el de menor valor T4 (0,37 %) que es de

mandarina “criolla” maduro, presentando un promedio total de (38,7 %) reflejando un coeficiente de variación (1,65 %).

Según García, (2002) en los estudios realizados en Perú a la variedad de limón “Chino” de la amazonia el porcentaje de Ceniza es de (0.23%) siendo este valor inferior a los obtenidos en el limón “Chino” de esta investigación ya que están entre (0,52%) y (0,57%). (Ver cuadro 10).

4.3.4. Fibra (%)

Según el análisis estadístico los tratamientos T3, T4, T5, y T6 no difieren estadísticamente entre sí, el T1 y T2 no difieren entre sí pero sí difieren estadísticamente de los demás tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de fibra es T3 (2,4%) que es de mandarina “criolla” verde y el de menor valor T2 (1,64%) que es de limón “chino” maduro, presentando un promedio total de (6,28%), reflejando un coeficiente de variación (2,75%). (Ver cuadro 10).

Los valores de limón “chino” supera el rango de porcentaje de fibra en los estudios realizados por Puente, (2006) a la variedad de limón “Sutil” que tiene un valor de (0,12 a 0,15 %) en estado verde y en estado maduro (0,09 a 0,11 %) mientras que según García, (2002) el porcentaje de fibra es (0,82 %) en la variedad de limón “Chino” de Perú, siendo superado los valores de esta investigación que en estado verde es de (1,78%) y en estado maduro es de (1,64%).

4.3.5 Proteína (%)

Según el análisis estadístico los tratamientos T1, T3 y T4 no difieren entre sí, pero sí difieren con los tratamientos T2, T5 y T6, mientras que estos no difieren entre sí. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T2 (1,54 %) perteneciente al limón “chino” maduro y el de menor valor para T1 (1,1 %) que es de limón “chino” verde, esta variable presenta un promedio total (3,93 %), reflejando un coeficiente de variación de (2,43 %).

García, (2002) en los estudios realizados a la variedad de limón “Chino” en la Amazonia de Perú determino que el porcentaje de proteína es de (1,29%), este resultado nos indica que los valores obtenidos en esta investigación se

encuentra en el rango ya que los valores de proteína en estado verde es de (1,1%) y en maduro (1,54%). (Ver cuadro 10).

4.3.6. Extracto Etéreo (%).

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T2 no difiere entre sí, los T4, T5 y T6 no difieren entre sí mientras que el T3 difiere de los demás tratamientos ya mencionados. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T2 (0,25 %) perteneciente al limón “chino” maduro y el de menor valor para T6 (0,11 %) que es de toronja “blanca” madura, esta variable presenta un promedio total (0,49 %), reflejando un coeficiente de variación de (3,65 %). (Ver cuadro 10).

4.3.7. Extracto libre de nitrógeno (%).

Según el análisis estadístico los tratamientos T4 y T5 no difieren entre sí, sin embargo sí difieren estadísticamente de los T1, T2, T5, y T6. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T2 (10,59 %) perteneciente al limón “chino” maduro y el de menor valor para T6 (6,9 %) que es de toronja “blanca” madura, esta variable presenta un promedio total (25,94 %), reflejando un coeficiente de variación de (0,49%). (Ver cuadro 10).

4.3.8. Vitamina C (mg/l).

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T2 no difieren entre sí, T3 y T4 no difieren entre sí y los tratamientos T5 y T6 no tienen diferencia entre sí pero sí difieren T1 y T2, de los T3 y T4 y de T5 y T6. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T6 (420) perteneciente a toronja “blanca” madura y el de menor valor para T1 (148,5) que es de limón “chino” verde, esta variable presenta un promedio total (861,8), reflejando un coeficiente de variación de (1,9). (Ver cuadro 10).

Las variedades de esta investigación mandarina “Criolla” y toronja “Blanca” superan los valores de vitamina C de la investigación que realizó Escalona *et al.* (1998), a cuatro especies de frutos cítricos: Naranjos, mandarinos, pomelos e híbridos en Venezuela indica valores de vitamina C en la variedad mandarino Nova (31,88 mg), variedad Cravo (23,60 mg), variedad Kinnow (14,03 mg),

variedad kara (15,63 mg), en las variedades de pomelos o toronjas indica valores Marsh (33,4 mg), Reinkin (43,75 mg), Red Blush (37,9 mg).

4.3.9. Azúcares totales (mg/100ml).

Según el análisis estadístico los tratamientos T5 y T6 no difieren entre sí, sin embargo existe diferencia estadísticamente entre los demás tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T4 (13,2) perteneciente a mandarina “criolla” maduro y el de menor valor para T1 (1,57) que es de limón “chino” verde, esta variable presenta un promedio total (20,37), reflejando un coeficiente de variación de (0,97). (Ver cuadro 10).

4.3.10. Azúcares reductores (mg/100ml).

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T3 no difieren entre sí, los tratamientos T4 y T5 no difieren entre sí, mientras que los tratamientos T2 y T6 sí difieren estadísticamente entre sí y con los demás tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T6 (6,09) perteneciente a toronja “blanca” madura y el de menor valor para T1 (0,75) que es de limón “chino” verde, esta variable presenta un promedio total (8,33), reflejando un coeficiente de variación de (0,63). (Ver cuadro 10).

4.3.11. Calcio “Ca” (mg/100ml).

Según el análisis estadístico los tratamientos T3 y T4 no difieren entre sí, T1 y T5 no difieren entre sí, mientras que los tratamientos T2 y T6 sí difieren estadísticamente entre sí y entre los demás tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T2 (8,68) perteneciente al limón “chino” maduro y el de menor valor para T3 (3,11) que es de mandarina “criolla” verde, esta variable presenta un promedio total (19,74), reflejando un coeficiente de variación de (0,86). (Ver cuadro 10).

4.3.12. Fósforo “P” (mg/100ml).

Según el análisis estadístico T4 y T5 hay diferencia entre sí y con los demás tratamientos, mientras que en los tratamientos T1 y T6 no difieren entre sí, T1 y T5 no difieren entre si y T2 y T3 no difieren entre sí. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T5 (3,48) perteneciente a toronja

“blanca” verde y el de menor valor para T4 (1,9) que es de mandarina “criolla” madura, esta variable presenta un promedio total (8,42) reflejando un coeficiente de variación de (2,71);. (Ver cuadro 10).

4.3.13. Magnesio “Mg” (mg/100ml).

Según el análisis estadístico los tratamientos T1 y T2 no difieren entre sí, sin embargo hay diferencia estadísticamente entre los de más tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T5 (8,41) perteneciente a toronja “blanca” verde y el de menor valor para T4 (5,16) que es de mandarina “criolla” madura, esta variable presenta un promedio total (21,6), reflejando un coeficiente de variación de (0,97). (Ver cuadro 10).

4.3.14. Potasio “K” (mg/100ml).

Según el análisis estadístico hay diferencia estadísticamente entre todos los tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T6 (113,89) perteneciente a toronja “blanca” madura y el de menor valor para T4 (55,77) que es de mandarina “criolla” madura, esta variable presenta un promedio total (258,25), reflejando un coeficiente de variación de (0,08). (Ver cuadro 10).

4.3.15. Sodio “Na” (mg/100ml).

Según el análisis estadístico los tratamientos T1, T2 y T6 no difieren entre sí, T4 y T5 no difieren entre sí pero sí difiere el T3 de los demás tratamientos ya mencionados, numéricamente el tratamiento con mayor valor es para el T3 (0,74) perteneciente a mandarina “criolla” verde y el de menor valor para T5 (0,41) que es de toronja “blanca” verde, esta variable presenta un promedio total (1,6), reflejando un coeficiente de variación de (2,62). (Ver cuadro 10).

CUADRO N°10. RESULTADO NUTRICIONALES EN LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*.), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) COSECHADA EN EL RECINTO DE AGUAS FRÍAS DEL CANTÓN VENTANAS 2014.

Tra .	M.S		H		Cen		Fib.		P.		Ex.Et.		E.L. N.		V.C.		A.T.		A.R.		Ca		P.		Mg.		K.		Na	
1	13,43	c	86,37	b	0,52	c	1,78	a	1,1	a	0,23	c	9,5	d	148,5	a	1,57	a	0,75	a	7,44	b	3,23	de	7,9	d	94,6	d	0,54	b
2	14,9	d	85,02	a	0,57	d	1,64	a	1,54	b	0,25	c	10,59	e	151	a	1,57	b	1,14	b	8,68	c	2,44	b	7,81	d	83,88	c	0,55	b
3	12,31	b	87,35	c	0,45	b	2,4	b	1,17	a	0,14	b	8,07	b	285	b	6,54	c	0,76	a	3,11	a	2,73	bc	6,42	b	69,08	b	0,74	c
4	12,36	b	87,34	c	0,37	a	2,3	b	1,2	a	0,12	a	8,19	b	286	b	13,2	e	3,95	c	3,22	a	1,9	a	5,16	a	55,77	a	0,41	a
5	13,19	c	86,74	b	0,62	e	2,28	b	1,42	b	0,13	a	8,63	c	433	c	8,8	d	3,97	c	7,43	b	3,48	e	8,41	e	99,28	e	0,41	a
6	11,2	a	88,7	d	0,6	e	2,16	b	1,42	b	0,11	a	6,9	a	420	c	9,06	d	6,09	d	9,6	d	3,05	cd	7,45	c	113,89	f	0,55	b
Pr.	38,7		260,76		1,57		6,28		3,93		0,49		25,94		861,8		20,37		8,33		19,74		8,42		21,6		258,25		1,6	
CV	0,7		0,11		1,65		2,75		2,43		3,65		0,49		1,9		0,97		0,63		0,86		2,71		0,97		0,08		2,62	

M.S: Materia Seca; **H:** Humedad; **Cen:** Ceniza; **Fib:** Fibra; **P:** Proteína; **Ex. Et:** Extracto Etéreo; **E.L.N:** extracto libre de Nitrógeno; **V.C:** Vitamina C; **A.T:** Azucares totales; **A.R:** Azucares reductores; **Ca:** Calcio; **P:** Fosforo; **Mg:** Magnesio; **K:** Potasio; **Na:** Sodio.

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Elaborado por: Coello, S 2013.

4.4 Extracción de Aceite Esencial.

4.4.1 Rendimiento del Aceite Esencial.

Para el limón “Chino” de estado fisiológico verde, en 30 frutos estudiados se extrajo un máximo de aceite esencial de 0,5ml y en limón “Chino” maduro 1,1 ml; para mandarina “Criolla” verde se registró un rendimiento 1,2ml y en mandarina “Criolla” madura 1,9ml; en Toronja “Blanca” verde se obtuvo un rendimiento de 1,1ml y por último en toronja “Blanca en estado fisiológico maduro se registró un rendimiento de 4,3 ml.

CUADRO N° 11. RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum.*), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) COSECHADA EN EL RECINTO “AGUAS FRIAS” DEL CANTÓN VENTANAS 2013.

Variedad	Estado Verde	Fisiológico Maduro
Limón "Chino"	0,5	1,1
Mandarina "Criolla"	1,2	1,9
Toronja "Blanca"	1,1	4,3

Elaborado por: Coello,S 2013

CUADRO N°12 COMPUESTOS VOLÁTILES DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRFIA DE GAS, PRESENTES EN EL AE DE LOS CÍTRICOS CÍTRICOS LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*), TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTES DEL CANTÓN VENTANAS.

N	MAN	NAR	PO	LIM V	LIM M	TOR V	TOR M	MAND V	MAND M	COMPUESTOS	FORMULA	TIPO DE PERPENIO
1	tr	tr	tr	0,6	0,2	-	tr	0,7	0,9	alfa tuyeno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
2	0,5	0,6	0,7	0,9	1,5	0,5	0,4	1,2	1	alfa pineno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
3	-	-	-	0,1	0,1	-	-	tr	tr	canfeno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
4	0,3	0,3	0,5	1,5	1,7	0,6	0,7	0,2	0,2	sabineno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
5	2	2	2	1,4	1,5	1,9	1,7	1,7	1,7	mirreno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
6	-	-	0,3	0,2	0,2	0,7	1,5	-	0,1	octanal	C ₈ H ₁₆ O	Hidrocarburo oxigenado
7	tr	0,1	0,3	8	8,2	tr	tr	1,1	1	beta pineno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
8	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	trans oxi linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	Monoterpeno oxigenado
9	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	cis oxi linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	Monoterpeno oxigenado
10	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	alfa felandreno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
11	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	0,2	alfa terpineno	C ₁₀ H ₁₇	Monoterpeno
12	0,2	0,1	0,1	0,5	1,2	tr	-	1,3	1,1	para cimeno	C ₁₀ H ₁₄	Mono terpeno
13	-	-	-	0,1	0,1	0,3	0,3	tr	tr	cis beta ocimeno	c ₁₀ h ₁₆	Mono terpeno
14	0,2	0,3	0,3	0,6	0,8	-	-	0,2	0,2	1,8-cineol	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
15	92,4	94,7	93,7	65,7	67,5	92,7	86	75,6	76,9	limoneno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
16	tr	tr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	tr	tr	trans-beta ocimeno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
17	2,6	0,3	0,3	8,7	8,9	tr	tr	13,1	12,6	gamma terpineno	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
18	tr	-	tr	0,1	0,1	-	-	0,1	tr	cis hidrato sabineno	C ₁₀ H ₁₇	Mono terpeno
19	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	tr	tr	nonanal	C ₉ H ₁₈ O	Hidrocarburo oxigenado
20	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
21	0,2	0,2	0,1	0,5	0,6	-	-	0,8	0,7	terpinoleno	C ₁₀ H ₁₆ O	Mono terpeno
22	tr		tr	0,1	0,2	-	-	0,1	0,1	trans hidrato	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado

										sabineno		
23	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	0,1	tr	oxilimoneno cis	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno
24	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	oxilimoneno trans	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno
25	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	alcanfor	C ₁₀ H ₁₆ O	Mono terpeno oxigenado
26	tr	tr	tr	0,5	0,5	tr	-	tr	0,1	citronelal	C ₁₀ H ₂₀ O	Hidrocarburo oxigenado
27	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
28	tr	0,1	0,1	0,6	0,6	0,1	0,4	0,3	0,3	alfa terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno
29	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,1	0,1	decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	Hidrocarburo oxigenado
30	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	acetato octilo	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	Hidrocarburo oxigenado
31	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	tr	tr	neral	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno
32	0,1	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	carvona	C ₁₀ H ₁₄ O	Mono terpeno oxigenado
33	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	piperitona	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	Mono terpeno oxigenado
34	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	tr	tr	geranial	C ₁₀ H ₁₆ O	Mono terpeno oxigenado
35	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	timol	C ₁₀ H ₁₄ O	Mono terpeno oxigenado
36	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	Mono terpeno oxigenado
37	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	trans-2-trans-4-decadienal	C ₁₀ H ₁₆ O	Mono terpeno oxigenado
38	-	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	dodecanal	C ₁₂ H ₂₄ O	Hidrocarburo oxigenado
39	-	-	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	beta cubebeno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
40	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	cis alfa bergamoteno	C ₁₅ H ₂₅	Sesquiterpeno
41	tr	-	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	tr	0,1	beta cariofileno	C ₁₅ H ₂₅	Sesquiterpeno
42	-	-	-	0,6	0,6	-	-	-	-	trans alfa bergamoteno	C ₁₅ H ₂₅	Sesquiterpeno
43	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	cis-4-dodecenal	C ₁₂ H ₂₄ O	Sesquiterpeno oxigenado
44	-	-	tr	tr	tr	tr	-	-	-	alfa humuleno	C ₁₈ H ₂₄	Sesquiterpeno
45	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	beta santaleno	C ₁₈ H ₂₄	Sesquiterpeno
46	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	gamma curcumeno	C ₁₈ H ₂₄	Sesquiterpeno
47	-	-	0,1	0,8	0,6	0,1	0,1	tr	tr	germacreno D	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
48	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	biciclogermacreno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
49	-	-	-	1	1	-	-	-	-	beta bisaboleno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
50	tr	tr	0,1	0,2	tr	0,1	0,1	tr	tr	alfa copaeno	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	isomentona	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
52	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	trans alfa bisaboleno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno

53	-	0,1	-	-	-	tr	tr	-	-	octanol	C ₈ H ₁₈ O ₁	Hidrocarburo oxigenado
54	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	trans p-menta-2,8-dien-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	Mono terpeno oxigenado
55	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	E carveol	C ₁₀ H ₁₆ O	Mono terpeno oxigenado
56	-	tr	-	0,1	tr	-	-	tr	tr	citronelol	C ₁₀ H ₂₂ O	Mono terpeno oxigenado
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	timol metil éter	C ₁₀ H ₁₄ O	Mono terpeno oxigenado
58	-	-	-	tr	tr	-	-	0,1	0,1	aldehido perilla	C ₁₀ H ₁₄ O	Mono terpeno oxigenado
59	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	decanol	C ₁₀ H ₂₂ O	Mono terpeno oxigenado
60	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	undecanal	C ₁₀ H ₂₀ O	Mono terpeno oxigenado
61	-	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	acetato citronelilo	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	Mono terpeno oxigenado
62	tr	-	tr	-	-	-	-	tr	tr	acetato nerilo	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	Hidrocarburo oxigenado
63	0,2	tr	-	0,1	0,1	tr	-	tr	tr	acetato geranilo	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	Mono terpeno oxigenado
64	0,2	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	antranilato de dimetilo	C ₈ H ₉ O ₂	Hidrocarburo oxigenado
65	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	cis beta farneseno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
66	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	valenceno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
67	-	tr	-	0,5	0,5	-	-	0,2	0,2	E,E, alfa farneseno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
68	-	tr	0,1	tr	tr	0,2	0,2	tr	tr	delta cadineno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
69	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	germacreno B	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	oxicariofileno	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
71	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	alfa bisabolol	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	beta sinensal	C ₁₅ H ₂₄	Sesquiterpeno
73	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	alfa sinensal	C ₁₅ H ₃₀	Sesquiterpeno
74	-	tr	-	-	-	-	0,2	-	-	nootketona	C ₁₅ H ₂₂ O	Sesquiterpeno oxigenado
75	-	-	-	0,3	tr	-	-	-	-	citropteno	C ₁₁ H ₁₀ O ₄	Sesquiterpeno oxigenado
76	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	bergapteno	C ₁₁ H ₁₀ O ₄	Sesquiterpeno oxigenado
77	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	osthol	C ₁₁ H ₁₀ O ₄	Sesquiterpeno oxigenado
78	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	cumarinas	C ₉ H ₆ O	Sesquiterpeno oxigenado
TOTAL	99,2	99,3	99,4	95,3	98,2	98,4	95,8	98,2	98,8			

Tr: Valores inferiores entre 0,1 y 0,05 son considerados traza, (-):no se encontró compuesto en el AE, Man:mandarina, Nar:Naranja, Po:Pomelo, LIN V:Limon chino verde, LIN M: Limón chino maduro, TOR V:Toronja blanca verde, TOR M:Toronja blanca maduro, MAN V:Mandarina criolla verde, MAN M:Mandarina criolla madura.

4.4.2 Análisis Cromatográfico.

4.4.2.1 Compuestos mayoritarios

Se manifiesta en los resultados cromatográficos que predominan los mono-terpenos Limoneno, presentándose la mayor cantidad en la toronja verde (92,7%); en relación los patrones lo supera la mandarina (94,7%); por otro lado la menor cantidad de limoneno se manifiesta en limón chino verde (65,7%) en relación a las demás variedades y patrones. En segundo lugar se encuentra la presencia del mono terpeno Beta pineno, encontrándose en mayor cantidad en limón chino en estado maduro (8,2%), y en menor cantidad en el limón chino verde (8,0 %), en relación a los patrones no logran superar ya que cada uno posee (*%). En tercer lugar la presencia del mono-terpeno Gamma terpineno encontrándose en mayor cantidad en el limón chino maduro (8,9%) y en menor valor en el limón chino (8,7%), relacionado con los patrones no superan. En cuarto lugar se encuentra el Mirceno, encontrándose en la mayor cantidad toronja verde (1,9%) y en menor valor se encuentra en el limón chino verde (1,4 %). en quinto lugar se encuentra Mirceno relacionado con los patrones naranja, mandarina y pomelo logran superar ya que cada uno posee (2%). En sexto lugar se encuentra el mono-terpeno Alfa pineno, encontrándose en mayor cantidad en el limón chino verde con (1,5 %) en comparación a los patrones son superados, el menor valor se encuentra mandarina madura (1,0%). En séptimo lugar se encuentra Alfa pineno encontrándose en mayor cantidad en LIM M (1,5%) y en menor cantidad en MAN (1,0 %).

CUADRO N°13. COMPUESTOS VOLÁTILES MAYORITARIOS PRESENTES EN EL ACEITE ESENCIAL DE LOS CÍTRICOS, DETERMINADO POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS, DE LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*), EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTES DEL CANTÓN VENTANAS

Compuesto	Aceite esencial de análisis						Patrones			Formula	Terpeno
	LIM V	LIM M	TOR V	TOR M	MA V	MA M	MA R	MA N	PO		
Alfa pineno	*	1,5	*	*	1,2	1,0	*	*	*	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
Mirceno	1,4	1,5	1,9	1,7	1,7	1,7	2,0	2,0	2,0	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
Beta pineno	8,0	8,2	*	*	*	*	*	*	*	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
Limoneno	65,7	67,5	92,7	86,0	75,6	76,9	92,4	94,7	93,7	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno
Gamma Terpineno	8,7	8,9	*	*	13,1	12,6	2,6	*	*	C ₁₀ H ₁₆	Mono terpeno

*No son considerados estos valores como compuestos mayoritarios pero si para comparación de porcentaje, , Man:mandarina, Nar:Naranja, Po:Pomelo, LIM V:Limon chino verde, LIM M: Limón chino maduro,TOR V:Toronja blanca verde, TOR M:Toronja blanca maduro, MAN V:Mandarina criolla verde, MAN M:Mandarina criolla madura.

4.4.2.2 Influencia del estado de madurez con el porcentaje de compuesto mayoritario en el aceite esencial.

Analizando los cinco principales compuestos mayoritarios volátiles en el AE de estudio de cada variedad y de diferentes estados de madurez, el limoneno presenta la característica que a medida aumenta su estado fisiológico a maduro, su porcentajes de presencia se eleva así como lo demuestran LIM V (65,7%) a LIM M (67,5%), lo mismo sucede en MAN V (75,6 %) a (76,9 %); siendo más notorio el incremento en TOR V de (92,7%) a (86,0 %).El beta pineno cuando llega al estado de madurez fisiológica maduro se incrementa levemente en LIM V de (8,0%) a (8,2%), mientras que en las variedades TOR V ,TOR M ,MAN V y MAN M desciende, el gamma termineno se manifiesta LIM V (8,7%) a (8,9%) en la variedad MAN se produce un incremento de MAN V (13,1%) MAN M (12,6%),el mirceno a medida que el estado de madurez fisiológica avanza se produce un decrecimiento como muestran en TOR V (1,9%) a TOR M (1,7%), a medida que aumenta su estado de madurez a maduro, su porcentaje de presencia se eleva en LIM V(1,4%) y (1,5%),mientras que en MAN en sus dos estado de madurez se mantiene, el alfa pineno se observa a medida que avanza su estado de madurez hay un crecimiento en LIM V (tr) a LIM M (1,5%),mientras que en los valores de TOR en ambos estados de madurez presento (tr),para la variedad MAN se observo un decrecimiento en MAN V (1,2%) a (1,0%).Según Duran, (2010) en sus trabajos realizados en aceite esencial de naranja en tres estados diferentes de madurez determina que a medida que el estado de madurez avanza el Limoneno siendo el principal terpeno disminuye gradualmente desde 96,01 a 90,5 hasta 49,3, igualmente el mono-terpeno Mirceno incrementa su porcentaje de 0,23 a0,3 % , incluso demuestra que esta variación de porcentajes a diversas condiciones en el suelo y manejo agronómico.

4.4.2.3 Porcentaje de terpenos.

Entre los porcentajes de monoterpenos fueron los de mayor cantidad principalmente en el de limón chino verde (89,1%) y en maduro (92,6%); seguido por la mandarina común verde (96,4%) y maduro (96,6%); mientras que la toronja en estado verde (96,3%) y maduro (89,9%) siendo el menor valor comparado con las variedades.

Los monoterpenos oxigenados fueron registrados con mayor valor en toronja madura con (2,3%) superando al limón (1,3%) y a la mandarina (0,7%) en estado fisiológico maduro, mientras que el estado verde la toronja es el menor valor (0,3%).

Por otro lado los hidrocarburos oxigenados muestran un mayor porcentaje en la toronja maduro (2,4%) y se mantiene en el estado verde con (1,2%), seguido por el limón chino con (1,1%) en ambos estados de madurez; mientras que la mandarina en verde (0,6%) y maduro (0,8%) tienen el menor valor en comparación con las variedades.

En los sesquiterpenos terpenos en limón chino verde (3,4 %), superando así a la mandarina en verde (0,5%) y en maduro con (0,7%), mientras que la toronja (0,6%) en ambos estado de madurez.

Por otro lado los sesquiterpenos oxigenados en la toronja madura presenta el mayor valor (0,6%), seguido por el limón chino verde (0,3%); mientras que la demás variedades no están presentes.

CUADRO N°14. CANTIDAD RELATIVA (% DE HIDROCARBUROS OXIGENADOS, MONOTERPENOS, COMPUESTOS OXIGENADOS Y SESQUITERPENOS), PRESENTES EN EL AE, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS A LOS CÍTRICOS LIMÓN “CHINO” (*citrus limonum*), MANDARINA “CRIOLLA” (*citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*citrus x paradisi*), EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTES DEL CANTÓN VENTANAS

CITRICOS	HIDROCARBUROS OXI		MONOTERPENOS		MONOTERPENOS OXI		SESQUITERPENOS		SESQUITERPENOS OXI	
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M
LIMON	1,1	1,1	89,1	92,6	1,4	1,3	3,4	3,2	0,3	-
TORONJA	1,2	2,4	96,3	89,9	0,3	2,3	0,6	0,6	-	0,6
MADARIN A	0,6	0,8	96,4	96,6	0,7	0,7	0,5	0,7	-	-

Oxi:Oxígeno

4.5 Extracción de Pectina.

4.5.1 Peso bagazo (gr)

Según el análisis estadístico en esta variable no hay diferencia entre ninguno de los tratamientos, reflejando un coeficiente de variación de (16,06 %). Numéricamente, el valor más alto se presenta en T2 (251,3 gr) que pertenece a limón “chino”; verde; 90 min: y el valor más bajo se presenta en T3 (228,31 gr) perteneciente a limón “chino”; maduro; 60 min.

En mandarina el valor más alto se registró en T5 (285,09 gr) perteneciente a Mandarina “Criolla”; 60 min. Mientras que el valor más bajo se registró en T7 (197,37 gr) perteneciente a Mandarina “Criolla”; maduro; 60 min.

En Toronja el valor más alto es T11 (216,83 gr) perteneciente a toronja “blanca”; madura; 60 min: y el de menor valor a T9 (194,29 gr) perteneciente a toronja “blanca”; verde; 60 min. Presentando un promedio esta variable de (227,01 gr). (Ver cuadro 12).

4.5.2 Volumen líquido (ml)

Para esta variable según el análisis estadístico demuestra que no hay diferencia significativa en ninguna de los tratamientos, presentando un coeficiente de variación de (22,41). Numéricamente el valor más alto en limón se presentó en T1 (590 ml) que pertenece a limón “chino”; verde; 60 min: y el valor más bajo se presentó T4 (345 ml) perteneciente a limón “chino”; maduro; 90 min.

En mandarina el valor más alto se registró en T5 (610 ml) perteneciente a Mandarina “Criolla”; 60 min. Mientras que el valor más bajo se registró en T8 (332,33 ml) perteneciente a Mandarina “Criolla”; maduro; 90 min.

En Toronja el valor más alto se presentó en T10 (325 ml) perteneciente a Toronja “blanca”; verde; 90 min.: mientras que el valor más bajo se presentó en T12 (360 ml) perteneciente a Toronja “blanca”; maduro; 90 min. Esta variable dio un promedio general de (446,55 ml). (Ver cuadro 12).

4.5.3 Peso líquido (gr)

Según el análisis estadístico en esta variable no hay diferencia entre ninguno de los tratamientos, presentando un coeficiente de variación de (22,26 %). Numéricamente el valor más alto en limón es en T1 (583,21 gr) que pertenece a limón “chino”; verde; 60 min: y el de menor valor se presentó en T4 (329,38gr) perteneciente a limón “chino” maduro; maduro; 90 min.

En la mandarina el valor más que se presento es en T5 (579,97 gr) que pertenece a mandarina “criolla”; verde; 60 min: y el valor más bajo en T8 (327,34 gr) que pertenece a mandarina “criolla”; madura; 90 min.

En la toronja el valor más alto se presentó en T11 (586,77 gr) que pertenece a toronja “blanca”; madura; 60 min: y el de menor valor en T10 (319,67 gr) que pertenece a toronja “blanca”; verde; 90 min. Presentando un promedio esta variable de (439,92). (Ver cuadro 12).

4.5.4 Volumen Alcohol (ml)

Para esta variable según el análisis estadístico demuestra que no hay diferencia significativa en ninguna de los tratamientos, presentando un coeficiente de variación de (22,4%). Numéricamente el valor más alto en limón se presentó en T1 (354 ml) que pertenece a limón “chino”; verde; 60 min: y el valor más bajo T4 (207 ml) que pertenece a limón “chino”; maduro; 90 min.

En mandarina el valor más alto se presentó en T5 (366 ml) que pertenece a mandarina “criolla”; verde; 60 min: y el valor más bajo T6 (195 ml) que pertenece a mandarina “criolla”; verde; 90 min.

En toronja se presentó el valor más alto en T11 (350,73 ml) que pertenece a toronja “blanca”; madura; 60 min: y el de menor valor en T10 (195 ml) perteneciendo a toronja “blanca”; verde; 90 min. Esta variable dio un promedio de (267,95). (Ver cuadro 12).

4.5.5 Pectina Seca (gr)

Según el análisis estadístico demuestra que los tratamientos T2, T3, T4, T6, T9, T10, T11 y T12 no difieren, mientras que los tratamientos T1 y T5 difieren estadísticamente de T7 y T8, presentando un coeficiente de variación de (54,79 gr). Numéricamente el tratamiento con mayor valor en limón se presentó en (4,01 gr) que pertenece a limón “chino”; maduro; 60 min: y el valor más bajo pertenece a T1 (1,49 gr) limón “chino”; verde; 60 min.

En mandarina el valor más alto es para T8 (6,57 gr) mandarina “criolla”; madura; 90 min: y el menor valor se presentó en T5 (1,53 gr) mandarina “criolla”; verde; 60 min.

En toronja el valor más alto se presentó en T12 (2,31 gr) que pertenece a toronja “blanca”; madura; 90 min: y el valor más bajo en T11 (1,59 gr) que pertenece a toronja “blanca”; madura; 60 min. Presentando un promedio general para esta variable (3,08). (Ver cuadro 12).

CUADRO N°15. RESULTADO DE LA EXTRACCIÓN DE PECTINA DE FRUTOS CÍTRICOS, LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*.), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) COSECHADA EN EL RECINTO ZONA DE AGUAS FRIAS DEL CANTÓN VENTANAS 2014.

Tratamiento	P. bagazo		Volumen. liquido		Peso liquido		volumen Alcohol		Pectina seca	
1	249,56	a	590	a	583,21	a	354	a	1,49	b
2	251,3	a	434	a	424,36	a	259,4	a	2,65	a b
3	228,31	a	442,33	a	436,06	a	265,4	a	4,01	a b
4	258,88	a	345	a	329,38	a	207	a	3,51	a b
5	285,09	a	610	a	579,97	a	366	a	1,53	b
6	228,37	a	325	a	350,98	a	195	a	2,08	a b
7	197,37	a	460,33	a	451,52	a	276,07	a	6,55	a
8	211,38	a	332,33	a	327,34	a	199,4	a	6,57	a
9	194,29	a	552,33	a	533,17	a	331,4	a	2,32	a b
10	202,71	a	325	a	319,67	a	195	a	2,26	a b
11	216,83	a	582,33	a	586,77	a	350,73	a	1,59	a b
12	200,05	a	360	a	356,63	a	216	a	2,37	a b
Promedio	227,01		446,55		439,92		267,95		3,08	
CV %	16,06		22,41		22,26		22,4		54,79	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Elaborado por: Coello, S 2013

4.6 Análisis descriptivo de las características estructurales de Pectina de Limón “Chino”, mandarina “Criolla” y Toronja “Blanca”.

Los resultados en las combinaciones de tiempo y estados de madurez indicaron que en el estado fisiológico verde y maduro del limón “Chino” un color amarillo verdoso claro y amarillo verdoso oscuro en los dos tiempos, en cuanto al sabor presento un sabor agrio en el estado de madurez verde y un sabor agridulce en el estado fisiológico maduro; en la mandarina “Criolla” presentó un color amarillo pálido en los dos tiempos “60” y “90” en estado fisiológico verde, en cuanto al sabor fue agrio , en estado fisiológico maduro de la mandarina presentó un color en el tiempo “60” café y en el tiempo “90” amarillo dorado, el sabor al igual que en el limón presentó sabor agrio en el estado fisiológico verde y en el maduro un sabor agridulce; y por último en la toronja “Blanca” se obtuvo un color verde pálido y verde oscuro en los dos estados de madurez, en el sabor presentó un sabor agrio en el estado verde y agridulce en el maduro. (Vercuadro16).

CUADRO Nº 16. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PECTINA DE LIMÓN “CHINO” (*Citrus limonum*.), MANDARINA “CRIOLLA” (*Citrus reticulata*) Y TORONJA “BLANCA” (*Citrus x paradisi*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ.

Variedad	Pectina Fruta verde					
	Limón "Chino"		Mandarina "Criolla"		Toronja "Blanca"	
Tiempo	60	90	60	90	60	90
Color	amarillo verdoso claro	amarillo verdoso oscuro	amarillo palido	amarillo palido	verde palido	verde oscuro
Sabor	Agrio	Agrio	Agrio	Agrio	Agrio	Agrio
Olor	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal

Elaborado por: Coello,S 2013.

Variedad	Pectina Fruta Madura					
	Limón "Chino"		Mandarina "Criolla"		Toronja "Blanca"	
Tiempo	60	90	60	90	60	90
Color	amarillo - verdoso claro	amarillo verdoso oscuro	café	amarillo dorado	verde amarillento pálido	verde amarillento oscuro
Sabor	Agri dulce	Agri dulce	Agri dulce	Agri dulce	Agri dulce	Agri dulce
Olor	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal	Frutal

Elaborado por: Coello,S 2013.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

▪ **Parámetros Físicos.**

Dentro de estos parámetros la variedad “Toronja” en estado verde y maduro presentó los valores más altos entre todos los tratamientos y variables, esto debido a su gran tamaño, pero contrario a la mayor parte de los valores obtenidos, se evidencio, que el porcentaje de jugo mostro el valor más alto, fue la variedad Limón “Chino” en estado verde (37,45), dejando invalidada la teoría de que a mayor tamaño de fruto mayor rendimiento de jugo.

▪ **Parámetros químicos**

Basado en la cantidad de brix y acidez se establece que solo la variedad Mandarina Criolla en ambos estados de madurez, son aptas para la elaboración y procesado de jugo a nivel industrial, ya que se encuentran bajo las normas establecidas por la INEN 437

▪ **Parámetros nutricionales**

Tomando en cuenta que los frutos cítricos son apetecibles por su alta cantidad de Vitamina C, importante para el sistema inmunológico, se determina que la Toronja Blanca presento mayor contenido, seguido de la Mandarina “Criolla” y por último el Limón “Chino”, estos mismos resultados se manifiestan en los Azucares Reductores, Fibra, calcio, potasio, sodio, fosforo y magnesio, demostrando que este brinda mayor cantidad de nutrientes.

▪ **Aceite esencial**

El fruto con mayor rendimiento en aceite esencial se presentó en el estado verde en la variedad Mandarina “Criolla” (1,2) y en estado maduro la variedad Toronja “Blanca” (4,3), ambas calculadas en (ml/30 frutos), el compuesto volátil predominante es el monoterpeno Limoneno, presente en mayor porcentaje en la variedad Toronja “Blanca” Verde (92,7), seguido del también monoterpeno Betapineno en la variedad Limón Chino “Maduro” (8,2).

- **Extracción de pectina**

En el proceso de extracción el mejor rendimiento de pectina se presentó a 90 minutos de cocción en mandarina Criolla madura (6,57) este valor se calculó en (gr/200gr de cascara).

5.2 Recomendaciones.

- Realizar estudios de análisis nutricional y físico-químico en diferentes variedades de cítricos que no hayan sido estudiados para la industrialización.
- Estudiar la posibilidad creación de una planta procesadora de cítricos para la obtención de subproductos como jugos, mermeladas, jaleas, pectina y aceite esencial en el Cantón Ventanas.
- Se recomienda investigar otros métodos de extracción de pectina y comparar el rendimiento con el método aplicado en esta investigación.
- Usar el aceite esencial como materia prima en la elaboración de aromatizantes y bio pesticidas biológicos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Literatura citada.

Abzueta. I. 2012. Extracción de Pectina de Alto Metoxilo a Partir de Cascaras de Parchita para la Producción de Mermelada. Cardinale. M. Herrera. M. Labarca. A. Millan. A. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Mérida.

Ablin Amalie, 2012 El mercado del jugo concentrado de naranja. Alimentos Argentinos.

Agustí M. 2003. Citricultura. Departamento de producción vegetal, Universidad Politécnica, Valencia-España. Segunda Edición. Ediciones Mundiprensa. 422 p.

Amórtegui, I. 2001, Capera, E. Godoy, J. Corporacion para la Promocion del Desarrollo Rural y Agroindustrial de Tolima Prohaciendo. El cultivo de los Citricos.

Alsina, D. (2012). Propiedades fisicoquímicas de naranjas cultivadas en la zona centro-este de la provincia de Santa Fe. Argentina

Álvarez, A, Jorrat, S, Genta, M. 2005. Caracterización de jugo de limón de Tucumán. RIA. Revista de Investigación Agropecuaria, Vol. 34, núm. 2, agosto, 2005, pp. 49-56. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. Redalyc.

Álvarez, R. 2012. FORMULACION DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE PARA FRUTAS CÍTRICAS, ESTUDIO DE SU IMPACTO MEDIANTE APROXIMACIÓN METABOLICA Y EVALUACIÓN DE CALIDAD

POSCOSECHA; Tesis Doctoral; Universidad de Antioquia; Facultad de química farmacéutica; Medellín – Colombia.

Avilán I. Y Rengifo c. 1988. Los Cítricos. 1 ed. Caracas, América. C. 280-286 p.

Bandoni, A. (2003). Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica: su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores (2a ed.). Buenos Aires: CYTED.

Baraona, M. 1991. Sancho, E. Citricos 1 Fruticultura II Pag, 16-17 Editorial: Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica.

Başer, K., y Buchbauer, G. (2010). Manual de los Aceites Esenciales: Ciencia, Tecnología y Aplicaciones New York: CRC Press.

Bruneton, J. (2001). Farmacognosia: fitoquímica plantas medicinales (2a ed.). España: ACRIBIA S.A.

CODEX, 2000. Norma del CODEX para la Toronja (*Citrus Paradisi*) Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas alimentarias Comité del CODEX sobre Frutas y Hortalizas Frescas.

Autor(es). 2012. Título del artículo. Pp: 000-000. In: Curti-Díaz, S. A., Loredosalazar, R. X., Soto- Estrada, A. (Ed.). Memoria: Congreso Mexicano de Investigación en Cítricos 2012. Veracruz, México, 10 - 12 de diciembre, 2012. Centro de Investigación Regional Golfo- Centro

(CIRGOC), Campo Experimental Ixtacuaco. CD-ROM. Memoria Científica. 196 p.

Cuquerella, J. 1990. Efectos de distintos recubrimientos céreos y plásticos en la fisiología postrecolección y en la calidad de frutos cítricos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Davies, F.S., Albrigo, L. G. (1994) Citrus, C. A. B. Internacional. Great Britain . 244.

Davies, F.S., Albrigo, L. G. (1994) Citrus 1-10, Cab Intern, UK. Manual paraproduktores de Naranja y Mandarina.

Dorado, D, 2011. Influencia del Riego y la Fertilización en el Rendimiento y Calidad de Lima Ácida Tahití. Trabajo de Tesis para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis en suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Coordinación General de Posgrados Palmira. (Discucion)

Escalona, G, 1998. Monteverde, E, Rangel, L y Espinoza, M. Evaluación de la Calidad en Frutos de Naranjos, Mandarinos, Pomelos e Híbridos Injertados sobre "Cleopatra" Centro Nacional de Investigación Agropecuario. Revista Bioagro pg. 35 – 39.

FAO, 2007. The State of food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FDA, 1992. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Cultivos de Cítricos, Boletín Técnico N°10 Santo Domingo, República Dominicana, Texto: Luis Bonilla. Edición: Pedro Pablo Peña. Publicación.

García, L. 2002. García, D. Souza, R. Suarez, J. Evaluación Física Química del *Averroha bilimbi* (Limón Chino). Facultad de ingeniería es Industrias Alimentarias UNAP. Perú. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria.

Grünauer, C. 2009. “Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de pectina extraída a partir del Citrus x Aurantifolia Swingle”. Tesis de Grado Previo a la obtención del Título de Ingeniera de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

Gomez, B.2001. Monroy, B. Palacios, M. Trejo, M. Valdez, M. Zabala, E. OBTENCION DE PECTINA A PARTIR DE LA CASCARA DE LIMON DESHIDRATADA. Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa (Mexico). Carrera de Ingenieria de los Alimentos

Gliksman M. (1996). Gum Technology in the food industry. Academic Press. New York. USA.

Guerritz H. W. K. (1985). Extraction of pectin from apple and orange thinnings. Industrial and Engineering Chemistry. 1458-1 500. Extracción de pectina de manzana y naranja. Industrial e Ingeniería Química.

- López JB,** Jean F, Gagnon H, Collin G, Garneau F, Pichette A (2005). J. Essent. Oil Res. 17: 1-7.
- Laines, S. 2008.** El poder curativo de las frutas de Toronja. Centro de Investigación de Biociencia “Natur Center”. La Paz- Bolivia.
- Márquez. L.2003.** Extracción del Aceite Esencial de Mandarina (*Citrus Reticulata*) Utilizando Dióxido de Carbono en Condiciones Supercríticas como Solvente. Universidad Central de Venezuela.
- Moreiras y Col 2007.**La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Moreiras et al 2009.**Moreiras O, Varela-Moreiras G, Ávila JM, Beltrán B, Cuadrado C, del Pozo S. La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Moreiras O, 2010.** Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ordúz, J, 2009.** Crecimiento y desarrollo del Fruto de mandarina (*Citrus reticulata*) “Arrayana” en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas – Vol. 3 – N°2 – pp. 149 – 160.

Páez, G. 2005. Obtencion y Caracterización de Pectina de la Cascara de Parchita (*Passiflora edulis f. Flavicarpa* Degener). Marín, M. Marmol, Z. Ferrer, J. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería, Venezuela. Revista Agro (LUZ).

Puente, C. 2006. Tesis de grado, Determinación de las Características Físicas y Químicas del Limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Ambientales, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

Reina, C. 1995. Manejo Postcosecha y Evaluación de la Calidad para la Naranja (*Citrus Sinences*), Limón (*Citrus Aurantifolia*) y Mandarina (*Citrus Reticulata*) que se comercializa en la Ciudad de Neiva. Universidad Sur Colombiana. Facultad de ingeniería.

Soto, L. 2012. Caracterización química del aceite esencial de toronja (*Citrus paradisi* L.) Universidad de Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. Laboratorio de Alimentos. Venezuela. Revista Agro (LUZ).

Stephen, A. 2006, G. O. Phillips, y P.A. Williams, Food Polysaccharides and their applications. 2006, London: Taylor y Francis. 733. Los polisacáridos de alimentos y sus Aplicaciones.

Tuley De Silva, K. (1995). A manual on the essential oil industry. Viena: United Nations Industrial Development Organization.

UTEPI, 2006. Lima y limón. Estudio Agroindustrial en el Ecuador. Competitividad de la cadena de valor y perspectivas de mercado. Universidad Técnica de Estudios para la Industria.

Vázquez, D. 2003, Maier, G, Ponte, M. Comportamiento Post-cosecha de Frutos de Mandarina Nova en Almacenamiento Frigorífico Prolongado. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Redalyc.

Yáñez, X. 2006. Estudio del aceite esencial de la cascara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). Lugo, L. Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología y Química, Grupo de investigación en producción verde, Universidad de Pamplona.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7. ANEXOS

ANEXO N°1. Análisis de Varianza de Diámetro Ecuatorial de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	30,87	6	5,14	48,56	4,95	10,67	**
Factor A	30,78	2	15,39	145,23	5,79	13,27	**
Factor B	0,02	1	0,02	0,23	6,61	16,26	NS
Bloque	0,05	1	0,05	0,45	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,02	2	0,01	0,09	5,79	13,27	NS
Error	0,53	5	0,11				
Total	31,4	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°2. Análisis de Varianza de Diámetro Polar de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	30,31	6	5,05	57,46	4,95	10,67	**
Factor A	30,21	2	15,11	171,83	5,79	13,27	**
Factor B	0,06	1	0,06	0,67	6,61	16,26	NS
Bloque	0,02	1	0,02	0,22	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,02	2	0,01	0,1	5,79	13,27	NS
Error	0,44	5	0,09				
Total	30,75	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°3. Análisis de Varianza de Masa de las variedades Limón
 “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y
 maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del
 Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	184231,54	6	30705,26	31,63	4,95	10,67	**
Factor A	183918,31	2	91959,16	94,73	5,79	13,27	**
Factor B	71,83	1	71,83	0,07	6,61	16,26	NS
Bloque	46,33	1	46,33	0,05	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	195,06	2	97,53	0,1	5,79	13,27	NS
Error	4853,53	5	970,71				
Total	189085,07	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°4. Análisis de Varianza de Volumen de las variedades Limón
 “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y
 maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del
 Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	102065,27	6	17010,88	4,4	4,95	10,67	**
Factor A	100011,32	2	50005,66	12,94	5,79	13,27	**
Factor B	199,35	1	199,35	0,05	6,61	16,26	NS
Bloque	1346,84	1	1346,84	0,35	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	507,76	2	253,88	0,07	5,79	13,27	NS
Error	19325,34	5	3865,07				
Total	121390,61	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°5. Análisis de Varianza de Densidad de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	0,56	6	0,09	1,08	4,95	10,67	**
Factor A	0,35	2	0,18	2,04	5,79	13,27	**
Factor B	0,05	1	0,05	0,6	6,61	16,26	NS
Bloque	0,09	1	0,09	0,98	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,07	2	0,04	0,41	5,79	13,27	NS
Error	0,43	5	0,09				
Total	1	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°6. Análisis de Varianza de Cantidad de Jugo de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	13004,69	6	2167,45	21,11	4,95	10,67	**
Factor A	12567,13	2	6283,57	61,2	5,79	13,27	**
Factor B	38,77	1	38,77	0,38	6,61	16,26	NS
Bloque	156,17	1	156,17	1,52	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	242,62	2	121,31	1,18	5,79	13,27	NS
Error	513,36	5	102,67				
Total	13518,05	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°7. Análisis de Varianza de % de Jugo de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	207,45	6	34,57	1,94	4,95	10,67	**
Factor A	134,93	2	67,47	3,79	5,79	13,27	**
Factor B	0,54	1	0,54	0,03	6,61	16,26	NS
Bloque	32,64	1	32,64	1,83	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	39,34	2	19,67	1,11	5,79	13,27	NS
Error	88,99	5	17,8				
Total	296,44	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°8. Análisis de Varianza de Peso de Cascara de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	2759,23	6	459,87	6,62	4,95	10,67	**
Factor A	2536,29	2	1268,15	18,25	5,79	13,27	**
Factor B	52,67	1	52,67	0,76	6,61	16,26	NS
Bloque	118,94	1	118,94	1,71	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	51,33	2	25,66	0,37	5,79	13,27	NS
Error	347,34	5	69,47				
Total	3106,57	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°9. Análisis de Varianza de Peso de Semilla de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	521,32	6	86,89	27,86	4,95	10,67	**
Factor A	501,31	2	250,65	80,38	5,79	13,27	**
Factor B	7,76	1	7,76	2,49	6,61	16,26	NS
Bloque	0,06	1	0,06	0,02	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	12,19	2	6,09	1,95	5,79	13,27	NS
Error	15,59	5	3,12				
Total	536,91	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°10. Análisis de Varianza de Número de Semilla de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	2597,12	6	432,85	167,29	4,95	10,67	**
Factor A	2575,5	2	1287,75	497,68	5,79	13,27	**
Factor B	5,88	1	5,88	2,27	6,61	16,26	NS
Bloque	11,37	1	11,37	4,39	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	4,37	2	2,19	0,84	5,79	13,27	NS
Error	12,94	5	2,59				
Total	2610,05	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°11. Análisis de Varianza de Peso Hollejo de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	43242,53	6	7207,09	11,78	4,95	10,67	**
Factor A	41892,61	2	20946,31	34,23	5,79	13,27	**
Factor B	397,67	1	397,67	0,65	6,61	16,26	NS
Bloque	584,64	1	584,64	0,96	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	367,6	2	183,8	0,3	5,79	13,27	NS
Error	3059,48	5	611,9				
Total	46302,01	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°12. Análisis de Varianza del pH de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	2,8	6	0,47	206,61	4,95	10,67	**
Factor A	2,74	2	1,37	608,09	5,79	13,27	**
Factor B	0,04	1	0,04	18,63	6,61	16,26	**
Bloque	0	1	0	0,03	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,01	2	0,01	2,41	5,79	13,27	NS
Error	0,01	5	0				
Total	2,81	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°13. Análisis de Varianza del ° Brix de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	56,69	6	9,45	31,44	4,95	10,67	**
Factor A	54,05	2	27,02	89,93	5,79	13,27	**
Factor B	2,15	1	2,15	7,16	6,61	16,26	NS
Bloque	0,1	1	0,1	0,32	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,39	2	0,2	0,65	5,79	13,27	NS
Error	1,5	5	0,3				
Total	58,19	11					

Elaborado por: Coello, S 2013

ANEXO N°14. Análisis de Varianza de la Acidez de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	68,18	6	11,36	2016,65	4,95	10,67	**
Factor A	67,85	2	33,93	6020,84	5,79	13,27	**
Factor B	0,26	1	0,26	46,33	6,61	16,26	**
Bloque	0	1	0	0,65	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	0,06	2	0,03	5,62	5,79	13,27	NS
Error	0,03	5	0,01				
Total	68,21	11					

Elaborado por: Coello,S 2013

ANEXO N°15. Análisis de Varianza del Índice de Madurez de las variedades Limón “Chino” verde y maduro; Mandarina “Criolla” verde y maduro; Toronja “Blanca” verde y madura proveniente del Cantón Ventanas.

F.V.	SC	gl	CM	F	5%	1%	Significancia
Modelo	177,28	6	29,55	21,45	4,95	10,67	**
Factor A	153,19	2	76,6	55,6	5,79	13,27	**
Factor B	4,63	1	4,63	3,36	6,61	16,26	NS
Bloque	11,94	1	11,94	8,67	6,61	16,26	NS
Factor A*Factor B	7,52	2	3,76	2,73	5,79	13,27	NS
Error	6,89	5	1,38				
Total	184,17	11					

Elaborado por: Coello,S 2013



Limón "Chino" verde



Limón "Chino" maduro



Mandarina "Criolla" verde



Mandarina "Criolla" madura



Toronja "Blanca" verde



Toronja "Blanca" madura



Diámetro



Volumen



Semilla



Jugo



Extracción de Aceite Esencial



Cascara



Licuada de cascara



Filtración



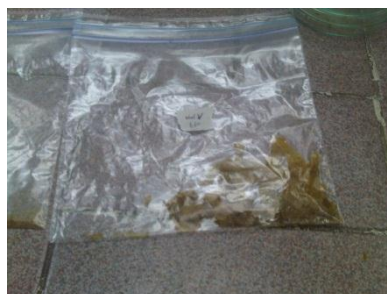
Separación de pectina



Pectina recién filtrada



Secado de Pectina



Pecina



Cocción



Incorporación de alcohol



Filtración



Estufa



Raspado de Pectina