



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO**  
**AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO Y CROMATOGRÁFICO COMPARATIVO DEL FRUTO DE NARANJA VARIEDADES VALENCIA (*Citrus sinensis*) Y TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ PROVENIENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES”**

**Previo a la obtención del título de**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR: JONATAN ALBERTO HALLO ORTIZ**

**DIRECTOR:**

**ING. PABLO RAMOS CORRALES. Mag.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2013**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo JONATAN ALBERTO HALLO ORTIZ, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Jonatan Alberto Hallo Ortiz

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

El suscrito, ING. PABLO CESAR RAMOS CORRALES, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado JONATAN ALBERTO HALLO ORTIZ, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL de grado titulada “ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO Y CROMATOGRÁFICO COMPARATIVO DEL FRUTO DE NARANJA VARIEDADES VALENCIA (CITRUS SINENSIS) Y TANGELO (CITRUS PARADISI X CITRUS RETICULATA) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ PROVENIENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....

Ing. Pablo Ramos Corrales Mag  
DIRECTOR DE TESIS

## TRIBUNAL DE TESIS



### UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Aprobado:

---

Ing. Sonia Barzola Miranda  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

Ing. Román Soria Velasco  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

---

Ing. Rodrigo Armas Cajas  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2013

## *AGRADECIMIENTOS*

Primero agradezco a Dios, por permitirnos disfrutar el regalo de la vida, a mis padres Don Magno Hallo y Doña Aída Ortiz por brindarme siempre su apoyo incondicional; también agradezco a mis hermanos de los que siempre conté con su apoyo. Agradezco también a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, principalmente a la Facultad Ciencias de la Ingeniería y sus docentes; así también a mis compañeros tesisistas de los que conté con su apoyo; al Ing. Jaime Vera, Ing. Washington Mora, Ing. Flor Marina Fon Fay, al Ing. Pablo Ramos, director de este proyecto, quien a lo largo de este tiempo ha compartido sus conocimientos y experiencias.

***Jonatan Alberto Hallo Ortiz.***

## *DEDICATORIA*

Dedico esta tesis a Dios por todas sus bendiciones, triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mis padres de quienes eh recibido mi formación, su apoyo incondicional, sus consejos, sus valores, su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia, pero más que nada, por su amor. Así también dedico esta tesis a mis hermanos, amigos y compañeros universitarios.

¡Gracias a ustedes!

***Jonatan Alberto Hallo Ortiz.***

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
<b>CAPITULO I – MARCO CONTEXTUAL</b>	
1.1 Introducción.....	2
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 Hipótesis.....	6
<b>CAPITULO II - MARCO TEÓRICO</b>	
<b>2. Los cítricos.....</b>	<b>8</b>
2.1 Origen.....	8
2.2 Clasificación botánica.....	9
2.3 Exigencias Edáficas.....	10
2.4 Propagación.....	10
2.5 Variedades.....	11
2.5.1 Taxonomía y Morfología.....	12
2.5.2 Estructura del fruto.....	12
2.6 Grupos.....	13
2.6.1 Grupo Navel.....	14
2.6.2 Grupo Blancas.....	15
2.6.3 Grupo Sangre.....	17
2.6.4 Grupo Amargo.....	17
2.1.6 Calidad de los frutos y sus Parámetros.....	21
2.1.7 Plagas y Enfermedades que afectan a la calidad del fruto.....	25
2.10 Aceites Esenciales.....	27
2.10.1 Propiedades físicas.....	28
2.10.2 Propiedades químicas.....	28
2.10.3 Terpenoides.....	28
2.10.4 Métodos de extracción de aceites esenciales.....	32
2.10.5 Aceite esencial de cítricos.....	38
2.10.6 Cromatografía.....	39
2.10.7 Cuantificación de componentes.....	42
<b>CAPITULO III - MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3. Materiales de laboratorio.....</b>	<b>43</b>
3.1 Materia prima.....	43

3.3 Diseño de la Investigación.....	45
3.4 Variables de estudio.....	47
3.4.1 Propiedades Físicas.....	47
3.4.2 Propiedades químicas.....	52
3.4.3 Aceite Esencial.....	56
<b>CAPITULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4. Análisis.....	59
4.1 Físicos.....	59
4.1.1 Diámetros Ecuatorial.....	59
4.1.2 Diámetro Polar.....	60
4.1.2 Forma del fruto.....	62
4.1.3 Peso unitario.....	63
4.1.4 Volumen.....	64
4.1.5 Densidad.....	65
4.1.6 Jugo.....	66
4.1.7 Peso de semillas.....	68
4.1.8 Porcentaje de semillas.....	69
4.1.9 Número de semillas.....	70
4.1.10 Residuos totales.....	72
4.2 Químicos.....	72
4.2.1 Potencial de hidrogeno.....	72
4.2.2 Solidos solubles totales.....	73
4.2.3 Acidez.....	74
4.2.4 Índice de Madurez.....	75
4.2.5 Materia seca.....	77
4.2.6 Humedad.....	78
4.2.7 Cenizas.....	79
4.2.8 Proteína.....	80
4.2.9 Extracto Etéreo.....	81
4.2.10 Extracto Libre de Nitrógeno.....	82
4.2.11 Energía Bruta.....	83
4.2.12 Vitamina C.....	84
4.2.13 Azúcares totales.....	85
4.2.15 Macro-elementos principales.....	86

4.3 Cromatográficos.....	89
4.3.1 Estudio por Cromatografía de gas acoplado a masa.....	90
<b>CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5. Conclusiones.....	96
5.1 Recomendaciones.....	100
<b>CAPITULO VI - BIBLIOGRAFIA</b>	
6. Literatura Citada.....	102
<b>CAPITULO VII - ANEXOS</b>	

#### INDICE DE CUADROS

°N	CUADRO	PAG.
1	CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE NARANJA EN 100 g.....	16
2	CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE TANGELO EN 100 g.....	19
3	CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE KING.	20
4	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	26
5	GRUPOS QUÍMICOS DEL AE DE LA NARANJA Y SUS PROPIEDADES BIOLÓGICAS.....	38
6	DESCRIPCION DE LOS IMPLEMENTOS UTILIZADOS PARA LA INVESTIGACION.....	43
7	DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO.....	44
8	FACTORES DE ESTUDIO PARA DETERMINAR LA MEJOR VARIEDAD Y ESTADO DE MADUREZ FISIOLÓGICO (VERDE - MADURO) ENTRE LOS CÍTRICOS: NARANJA VALENCIA ( <i>CITRUS SINENSIS</i> L.), TANGELO ( <i>CITRUS PARADISI X CITRUS RETICULATA</i> ) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA KING ( <i>CITRUS NOBILIS</i> LOUR) PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	46
9	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS RESPUESTAS EXPERIMENTALES.....	47
10	DENOMINACIONES PARA LA COMPARACION DE LA FORMA DEL	

	FRUTO.....	48
11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL DIÁMETRO ECUATORIAL REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	60
12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL DIÁMETRO POLAR REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	61
13	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA RELACIÓN DIÁMETROS POLAR/EQUATORIAL REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	62
14	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO UNITARIO REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	64
15	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL VOLUMEN REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES”	

	2013.....	
		66
16	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA DENSIDAD REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	66
17	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL JUGO EXTRAÍDO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	67
18	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL RENDIMIENTO DE JUGO EXTRAÍDO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	68
19	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	69
20	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING	

	( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	70
21	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL NÚMERO DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	71
22	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO DE LOS RESIDUOS TOTALES REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	72
23	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PH REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	73
24	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS °BRIX REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	74
25	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA	

	VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	75
26	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL CÁLCULO PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	76
27	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>CITRUS SINENSIS</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	77
28	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	78
29	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE CENIZAS REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>CITRUS SINENSIS</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	79
30	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.),	

	TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	80
31	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETÉREO REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	81
32	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	82
33	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LAS KILOCALORÍAS REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	83
34	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA CANTIDAD DE VITAMINA C REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	84
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA CANTIDAD DE AZÚCARES TOTALES REALIZADO AL JUGO DE LOS	

35	CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	85
36	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS PRINCIPALES MACRO-ELEMENTOS DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	87
37	COMPUESTOS VOLÁTILES PRESENTES EN EL AE DE NARANJAS VARIEDAD VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.), TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES”, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS.....	88
38	COMPUESTOS VOLÁTILES MAYORITARIOS PRESENTES EN EL ACEITE ESENCIAL DE CÍTRICOS NARANJA VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.) Y TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	90
39	CANTIDAD RELATIVA (%) DE HIDROCARBUROS OXIGENADOS, MONOTERPENOS, COMPUESTOS OXIGENADOS Y SESQUITERPENOS, PRESENTES EN EL AE DE CÍTRICOS NARANJA VALENCIA ( <i>Citrus sinensis</i> L.) Y TANGELO ( <i>Citrus paradisi x citrus reticulata</i> ) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>Citrus nobilis</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	

		92
40	RENDIMIENTO DEL AE DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA ( <i>CITRUS SINENSIS</i> L.), TANGELO ( <i>CITRUS PARADISI</i> X <i>CITRUS RETICULATA</i> ) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING ( <i>CITRUS NOBILIS</i> LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE EXPRESIÓN PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.....	93

°N	INDICE DE FIGURAS	PAG.
FIGURA		
1	Estructura del fruto de naranja.....	13
2	Estructura química del Limoneno.....	29
3	Estructura química del mirceno.....	29
4	Estructura química del Linalol.....	30
5	Estructura química del $\gamma$ -terpineno.....	31
6	Representación esquemática del Equipo tipo CISIRILL.....	32
7	Equipo piloto de extracción de aceites esenciales tipo CIATEI.....	33
8	Equipo tradicional de destilación vapor-agua.	33
9	Equipo para la obtención del AE por el método de expresión (peladura)...	35
10	Esquema de un extractor por degradación térmica.....	36
11	Equipo de hidrodifusión para la obtención de aceites esenciales.....	37
12	Cromatograma CG típico en columna capilar DB-1 (60 m) del aceite esencial de la cascara de mandarina procedente de <i>Citrus reticulata</i> obtenido por arrastre con vapor. En la tabla lateral se identifican los componentes mayoritarios.....	40
13	Ubicación geográfica del cantón “Las Naves”.....	44

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo principal analizar las variaciones físicas del fruto, químicas del jugo y cromatográficas del aceite esencial, extraído del flavedo de los cítricos, variedad Valencia (*Citrus sinensis* L) y Tangelo (*Citrus paradisi* x *Citrus reticulata*), comparando con un testigo, la naranja-mandarina King (*Citrus nobilis* Lour); estos fueron cosechados en estado dos estados de madurez (verde - maduro) de la plantación establecida en la Hacienda “Estefanía” del recinto “Las Mercedes”, Cantón “Las Naves” provincia de Bolívar. Para las variables físicas y químicas se tomaron 20 frutos por planta en 27 zonas de la plantación obteniéndose un total de 540 frutos; en los parámetros físicos, se determinó que la variedad Tangelo supera en los diámetros, peso y volumen de jugo a Valencia y al testigo; en el rendimiento de jugo la Valencia obtiene 50% superando a Tangelo y testigo, los parámetros químicos, determinó que la Valencia y Tangelo están dentro de los parámetros INEN en pH; sólidos solubles y acidez, la Valencia presenta los mayores porcentajes de cenizas, proteína y vitamina C, extracto etéreo; las variedades Valencia, Tangelo y el testigo tienen valores del 10 al 12%, las kilocalorías se presentan mayormente en Tangelo. Los macro-elementos principales, en Valencia presentó una leve disminución al pasar de estado de madurez en Ca, P, K y Na, y un incremento en Mg, mientras que, Tangelo registró un aumento en P, Mg, K y Na, disminuyendo en Ca; las variedades Valencia y Tangelo superaron en todos los macro-elementos al testigo; en parámetros cromatográficos, se determinó que Valencia, Tangelo y el testigo, al pasar de estado de madurez la cantidad de Limoneno se incrementa levemente, mirceno solo se incrementa en Valencia, en Tangelo se mantiene y superan al testigo, en Valencia y Tangelo el linalol disminuye levemente superando al testigo, en Tangelo el  $\gamma$ -terpineno disminuye y supera a Valencia y al testigo, en Valencia y Tangelo el para-cimeno disminuye, superando al testigo King que solo contiene trazas, el rendimiento de AE en Valencia, Tangelo y el testigo King registraron una disminución al pasar del estado verde a maduro.

## **ABSTRAC**

The main objective of this study was to analyze the physical variations of the fruit, juice and chromatographic chemical essential oil, extracted from citrus zest, variety Valencia (*Citrus sinensis* L.) and Tangelo (*Citrus paradisi* x *Citrus reticulata*), compared with a control, orange - tangerine King (*Citrus nobilis* Lour.), these were harvested at two stages of maturity (green - mature) plantation established on the farm "Stephanie" from the exhibition "Las Mercedes" Canton "Las Naves" province Bolivar. For physical and chemical variables were taken 20 fruits per plant in the planting areas 27 yielding a total of 540 fruit; in physical parameters, it was determined that the variety exceeds Tangelo diameters, weight and volume of juice and Valencia witness, in the Valencia juice yield obtained 50% Tangelo and witnessed beating, chemical parameters, determined that the Valencia and Tangelo are within the parameters INEN in pH, soluble solids and acidity, the Valencia has the highest percentage of ash, protein and vitamin C, ether extract, Valencia varieties, Tangelo and the witness have values of 10 to 12%, kilocalories are mostly in Tangelo. The main macro-elements in Valencia showed a slight decrease in passing maturity status of Ca, P, K and Na, and Mg increased, while Tangelo an increase in P, Mg, K and Na, decreasing in Ca, Valencia and Tangelo varieties exceeded all macro-elements to the witness, in chromatographic parameters, it was determined that Valencia, Tangelo and the witness, from state of maturity the quantity of Limonene increased slightly, myrcene only increases in Valencia, in Tangelo is maintained and exceeded the control, in Valencia and Tangelo linalool decreases slightly surpassing the witness, in the  $\gamma$ -terpinene Tangelo decreases and beats Valencia and the witness, in Valencia and para-cymene Tangelo decreases, exceeding the witness King containing only traces AE performance in Valencia, Tangelo and witnessed King recorded a decrease to go from green to mature.

## **CAPITULO I – MARCO CONTEXTUAL**

## **1.1 Introducción.**

La naranja es cultivada en muchas partes del mundo y en el Ecuador se adapta mejor a climas subtropicales, lo cual hace que sus características físicas como: el color, forma y tamaño sean distintivos de la calidad solicitados por los consumidores.

Los cítricos, en especial, el naranjo y los limoneros, son considerados entre los frutales más importantes en el mundo. Su cultivo y consumo se realizan en los cinco continentes, siendo explotados en forma comercial en casi todos los países productores, donde las condiciones climáticas les permitan desarrollarse.

El sabor típico de las frutas, difieren unas a otras, su alto contenido en vitaminas, especialmente, vitamina C, su adaptación a climas muy variados desde los tropicales hasta los templados cálidos y su industrialización cada vez más desarrollada, han sido las principales causas de su difusión e importancia, (Morin, 1985).

El valor nutricional del jugo de naranja como la vitamina C, macro-elementos e incluso las calorías presentes, son unas de las características químicas que influyen en la calidad del fruto para su aceptación en el mercado internacional.

A más de los nutrientes presentes en el jugo, es importante destacar el AE (aceite esencial) presente en el flavedo (cascara), ya que no se aprovecha y esto genera desperdicios.

El uso de los aceites esenciales es antiquísimo, su uso data desde la antigua China, Egipto, Roma y Grecia, generalmente usado con fines religiosos, baños aromáticos, e incluso los faraones eran embalsamados con aceites esenciales.

En la edad media, la burguesía francesa usaban baños aromáticos, incluso los señores adinerados utilizaban una gran cantidad de perfume para ocultar su mal olor, ya en el siglo XIV nace la industria de la perfumería en Grasse y se extrae el aceite esencial de lavanda y de espliego, era tanto el auge, que incluso habían comisiones que realizaban los primeros controles, para así evitar su falsificación.

En la actualidad se conocen varios de sus beneficios, según Fowler, (1998) el aceite esencial de naranja, es un antidepresivo, sedante, los aroma-terapeutas creen que este aroma ayuda a mejorar la comunicación y es muy efectivo en contra de la celulitis, ya que activa la circulación.

También se utiliza como un biodegradable natural, esto debido a su contenido de limoneno, en la industria de fármacos y como cosméticos, porque limpia y revive la piel opaca, ayudando la eliminación de excesos de fluidos y toxinas; también es usado por sus propiedades germicidas, antioxidantes y anticancerígenas en la producción de fármacos (Lawless, 1995).

Las exportaciones totales de naranja, tomando en cuenta los tres productos de la cadena de valor (naranja fresca, jugo y AE), representaron en promedio el 14% del comercio mundial de frutas entre los años 2000 y 2004.

La naranja fresca y el jugo de naranja participan respectivamente con el 42% y el 56% de las exportaciones mundiales de productos de naranja (Heredia, 2008).

En el clima subtropical de la provincia de Bolívar, se encuentra el cantón “Las Naves”, un sector de producción agrícola, especialmente en cítricos, pero no existe técnicas de investigación sobre normalización que determine la calidad físico-química y cromatográfica del fruto.

En esta zona la explotación de la naranja se realiza a gran escala, pero la ausencia de investigación sobre el aprovechamiento de la cadena de valor del

fruto, genera pérdidas en la economía de los productores, ya que solo se consume el jugo y se desperdicia el aceite esencial presente en el flavedo (cascara), el cual es muy llamativo en los mercados internacionales.

Este estudio servirá para mejorar los requerimientos cada vez más exigentes por parte de los consumidores por obtener productos de calidad, que vengan a satisfacer sus necesidades alimenticias; también, para incursionar en el mercado internacional, por lo que se vuelve imperativo conocer su composición física del fruto, química del jugo y cromatográfica del aceite esencial, base fundamental para el aprovechamiento de la cadena de valor del fruto.

## **1.2 Objetivos.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Estudiar físico-químico y cromatográficamente el fruto de naranja, comparando las variedades de cítricos Valencia (*Citrus sinensis* L.) y Tangelo y (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) en dos estados de madurez proveniente del cantón “Las Naves”

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Caracterizar físicamente el fruto de las cítricos (*Citrus sinensis* L. y *Citrus paradisi x citrus reticulata*) variedad Valencia y Tangelo en dos estados de madurez.
- Caracterizar químicamente el fruto de los cítricos (*Citrus sinensis* L. y *Citrus paradisi x citrus reticulata*) variedad Valencia y Tangelo en dos estados de madurez.
- Identificar cromatográficamente los compuestos volátiles mayoritarios de naturaleza terpénica presentes en el AE del flavedo de los cítricos (*Citrus sinensis* L. y *Citrus paradisi x citrus reticulata*) variedades Valencia y Tangelo.

### **1.3 Hipótesis.**

H<sub>a</sub>: Por lo menos un estado de madurez de las variedades de naranja, demostrara una mejor característica física química.

H<sub>o</sub>: Ningún estado de madurez de las variedades de naranja, demostrara una mejor característica física química.

H<sub>a</sub>: Al menos un estado de madurez de las variedades de naranja tendrá porcentajes mayores de 95 % de limoneno en el aceite esencial.

H<sub>o</sub>: Ningún estado de madurez de las variedades de naranja tendrá porcentajes mayores de 95 % de limoneno en el aceite esencial

## **CAPITULO II – MARCO TEÓRICO**

## **2. Los cítricos.**

Son un conjunto de especies, que pertenecen al género *Citrus*. Desempeñan un papel destacado en la alimentación de muchas personas en el mundo entero. Una característica del género es la presencia, en todos los órganos de la planta de un aceite esencial que le da su olor característico. Las especies que engloban este grupo proporcionan notables cantidades de vitamina C, minerales (calcio y fósforo). El género *Citrus* cuenta con más de 145 especies, entre las que se destacan: naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), lima (*Citrus aurantifolia*), toronja (*Citrus paradisi*). Se cree que el origen de los cítricos es en el suroeste de Asia incluyendo desde Arabia Oriental hacia el este hasta Filipinas y desde el Himalaya hacia el sur hasta Indonesia o Australia, el movimiento de dispersión de los diferentes tipos de cítricos ocurrió dentro del área general de origen desde antes de que existiera registro histórico ( Davies y Albrigo,1994).

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).

### **2.1 Origen.**

El origen de la mayoría de las especies de cítricos no se conoce con exactitud, debido a que se han utilizado y diseminado por el hombre desde hace muchos años, sobre todo en Asia, que es considerado el continente de origen. Se cree que varias de ellas provienen de las faldas del Himalaya en el noroeste de la India y cerca de Burma, aunque también se considera que el naranjo Trifoliado y los kumquats parecen tener su origen en la China, esto sin contar del origen incierto de varias especies cítricas, con lo cual varios autores consideran como posibilidad

de que varios de los cítricos en cultivo son el resultado de hibridaciones naturales entre especies originales, producidas tanto en su zona de origen como en los países a donde fueron llevadas. Según algunas investigaciones históricas, algunos cítricos fueron cultivados en China y en la India aproximadamente mil años antes de Jesucristo, (Morin, 1985).

Según Davies y Albrigo, (1994) los agrios tienen su origen en Asia oriental, concretamente en la zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia.

## **2.2 Clasificación botánica.**

Agustí, (2003) clasifica las especies de interés comercial en las cuales pertenecen al orden Rutales, familia Rutaceas, subfamilia Aurantiodeas, generos Fortunella, Poncirus y Citrus.

El género Fortunella (kumquat) incluye cuatro especies de pequeños árboles y arbustos, *F. margarita* (Lour) Swing., *F. japónica* (Thumb) Swing., *F. polyandra* (Ridl) Tan. Y *F. hindsii* (Champ) Swing. Estas plantas florecen en épocas más tardías que las especies de genero Citrus y son moderadamente resistentes al frío. Los frutos son pequeños y de forma redondeada u oval y a diferencia de otros cítricos, su corteza es dulce y comestible.

El género Poncirus posee una sola especie, *P. Trifoliata* (L.) Raf., de árboles de tamaño medio, con hojas Trifoliadas. Es la única especie de hoja caduca y presenta una elevada resistencia a las bajas temperaturas. Los frutos son pubescentes, formados por 8-13 carpelos soldados, y de sabor amargo. Sus semillas son globosas, de superficie rugosa y poliembriónicas. Actualmente se utiliza como porta-injertos.

En las especies del género *Citrus* son las más importantes bajo el punto de vista agronómico. Su cultivo representa la producción de frutos para consumo en fresco y para su transformación en zumo.

### **2.3 Exigencias Edáficas.**

Según Agustí, (2003) los cítricos para su desarrollo precisan un soporte físico con la presencia de elementos esenciales. Bajo condiciones de cultivo el suelo es el medio que les proporciona dichos elementos, la capacidad de un suelo para suministrarlo depende de sus características físicas y químicas.

Los cítricos pueden crecer bajo condiciones edáficas muy diferentes, desde suelos pedregosos, muy pobres, hasta suelos arcillosos y pesados; sin embargo, no significa que su cultivo se adapte por igual a todas ellas. Son capaces de progresar en suelos sin condiciones, esto lo hacen a costa de su desarrollo vegetativo y su producción. Estos se presentan óptimos en suelos arenosos profundos y suelos francos, siempre que la luz, temperatura, 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.

### **2.4 Propagación.**

Teóricamente los cítricos pueden propagarse de forma sexual mediante semillas, ya que son apomicticas (poliembrionicas). Sin embargo esta reproducción presenta una serie de inconvenientes como: pasar por el periodo juvenil, además son bastante vigorosas y que presentan heterogeneidad. Por tanto, se prefiere la propagación asexual y mediante injerto de escudete a yema. Si es necesario el re-injertado para cambiar de variedad, se puede realizar el injerto de chapa que también da muy buenos resultados. El estaquillado es posible en algunas

variedades de algunas especies, mientras que todas las especies se pueden micropropagar, pero en los dos casos se utilizarán solamente como plantas madre para posteriores injertos. COVECA, (2011).

## **2.5 Variedades.**

La variedad que se cultive ha de adaptarse a las condiciones del medio ambiente, suelo y clima, para que los árboles vegeten bien, proporcionen cosechas abundantes y de calidad, a un coste de producción lo más bajo posible. Por otra parte, la fruta que se obtenga ha de responder a las exigencias de los mercados consumidores para que alcance en ellos buenas cotizaciones. De lo expuesto se deduce que la elección de la variedad presenta un doble aspecto, por una parte técnico y por otra comercial.

En la parte técnica el problema es delicado y difícil, dependiendo el provenir económico de la plantación, del acierto que se tenga. Si se cometiera una equivocación en la elección (falta de adaptación a las condiciones ecológicas, escaso aprecio comercial de la variedad elegida, error varietal, etc.), es posible su corrección mediante el sobre injerto, operación que nos soluciona el problema al cambiar la variedad, pero de la que no se debe abusar, ya que tiene más inconvenientes que ventajas como son: los gastos adicionales, periodo transitorio durante el cual la cosecha se ve mermada y disminución de la longevidad de la planta.

Mientras que en lo comercial interesa destacar las variedades a implantar dependiendo de la extensión de terreno a cultivar. En fincas grandes es aconsejable cultivar distintas variedades en bloques perfectamente diferenciados, con distintos periodos de recolección, de manera que se obtengan producciones escalonadas cuya venta o comercialización compense al propietario, de las

variaciones de precios unitarios y volúmenes de cosecha que de un año a otro se suele producir.

Entre los factores a tener en cuenta el primero y principal en la elección de variedad es el clima, y más concretamente la temperatura. Cuando la intensidad y frecuencia de heladas sean pequeñas se puede cultivar tanto las variedades tardías como las tempranas. En las zonas de clima cálido lo lógico es cultivar variedades de recolección temprana donde la fruta alcanza antes su índice de madurez. (Soler, 2006).

### **2.5.1 Taxonomía y Morfología.**

El primer libro sobre los cítricos y su taxonomía fue escrito por Han Yen-chih (1178) en China. En él se describen 27 cultivares de naranjos dulces, naranjos agrios, mandarineros, citrones, kumquats y naranjos trifoliados. El original fue traducido al inglés por M. J. Hagerty en 1923, este se encuentra en la biblioteca del congreso de los EE. UU.

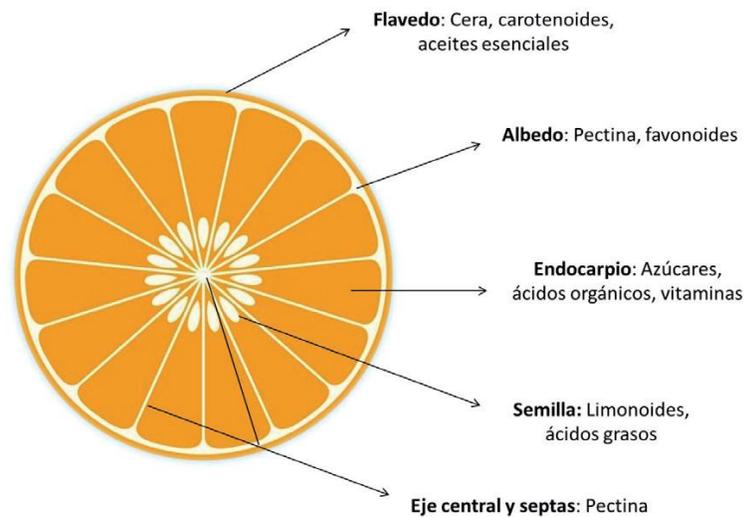
Swingle (1976) acepta solamente una especie para englobar a todos los naranjos dulces (*Citrus sinensis* L.). Para este mismo grupo Tanaka, (1977) propone más de diez nombres específicos.

Las especies con interés comercial de los cítricos pertenecen a la familia de las Rutaceas, subfamilia Aurantioideas; esta se encuentra dentro de la división Embriophyta Siphonogama, subdivisión Angiospermae, clase Didotyledone, subclase Rosidae, superorden Rutanae, orden Rutales. (Agustí, 2003).

### **2.5.2 Estructura del fruto.**

Según la Fundación de Desarrollo Agropecuario, (1992) El fruto de los cítricos es un tipo especial de baya llamado hesperidio (fruto dividido en varias secciones, las cuales están envueltas en una membrana). Se origina del desarrollo del ovario y consiste de diez carpelos. Las partes del fruto son:

- Exocarpio o Flavedo. La compone la parte externa y coloreada del fruto, aquí es donde se encuentran las glándulas de aceites esenciales.
- Endocarpio. Es la parte interna del pericarpio.
- Mesocarpio o Albedo. Lo forma la parte blanca de la cáscara, entre el exocarpio y el endocarpio.
- Vesículas de jugo. Estas son las partes comestibles del fruto, aquí se encuentran diseminadas las semillas.



**Figura N°1**  
**Estructura del**  
**fruto de naranja**

Fuente: Soler, (2006)

## 2.6 Grupos.

Los cítricos, por su composición, forma, crecimiento; se clasifican en los grupos:

- Navel.
- Blancas.
- Sangre.
- Amargo.
- Híbridos.

### **2.6.1 Grupo Navel.**

Los frutos generalmente redondeados, adquiere la corteza en la maduración el típico color naranja, con multitud de glándulas esenciales. La pulpa de color naranja con un elevado porcentaje de zumo y una relación azúcares-acidez muy bien compensada. (Soler, 2006).

En este grupo de variedades se distingue por la presencia de un segundo verticilo carpelar que, al desarrollarse, da lugar a un segundo fruto, muy pequeño, que queda incluido en el fruto principal por su zona estilar. El aspecto que toma se parece a un ombligo, lo que da nombre al grupo (navel, en inglés, significa ombligo). En estas variedades, unas veces porque las células madres de los granos de polen degeneran, otras porque es el saco embrionario el que degenera, los óvulos no son fecundados y por lo tanto no presentan semillas. Las variedades más importantes de este grupo son:

Navelina, newhall, whashington navel, navelate, Thompson, lane late, powel summer. (Agustí, 2003).

Todas las variedades de este grupo se caracterizan por ser muy exigentes en agua y abono y por su resistencia al frío que puede considerarse de moderada a media.

### **2.6.2 Grupo Blancas.**

Los arboles de este grupo son vigorosos y de buen desarrollo, de tamaño medio a grande, con habito de crecimiento abierto. Son propensos a la emisión de chupones en el interior de la copa. Los frutos presentan coloraciones desde amarillo-naranja a naranja, y formas desde esféricas, achatadas o elipsoidales, siendo el tamaño de medio a grande.

A este grupo pertenecen variedades que podríamos denominar finas o selectas, con pocas o ninguna semilla y otras que podríamos llamar blancas comunes, con semillas poliembriónicas en número variable.

Las variedades de este grupo se caracterizan por ser productivas, con cierta tendencia a la alternancia, y los frutos que producen no tienen ombligo como pigmentación sanguínea. (Soler, 2006).

Según Agustí, (2003) las características más notables de este grupo de naranjas son la ausencia de navel en sus frutos, una acidez, en general, inferior a la de otros grupos de variedades y una tendencia natural a la alternancia de cosechas. Las variedades más importantes en este grupo son: Berna cardenera, castellana, delta seedless, peret salustiana, Valencia late, mid knight, sucreña.

#### **2.6.2.1 Valencia (*Citrus sinensis* L).**

El origen de esta variedad es confuso, ya que su nombre no viene de la ciudad española Valencia; sin embargo, se cree que se originó en las Islas Azores, a finales del siglo pasado, de donde fue llevada a Florida y posteriormente, a California por los ingleses, e importada finalmente a España. Primero recibió

nombres como Excélsior, Rivers Late, Hart Late o Hart's Tardif, hasta que en 1987 se le dio el nombre de Valencia Late. (Soler, 2006).

El fruto es de tamaño medio a grande, esférico o ligeramente alargado, de color intenso algo pálido y de corteza espesa pero fina, aunque a veces es algo granulosa. Contiene un elevado contenido de zumo con una acidez relativamente elevada de aroma excelente y sabor ligeramente ácido lo que lo hace apto para la industrialización, posee pocas semillas, el árbol se puede mantener en buenas condiciones durante varios meses, si bien con el aumento de las temperaturas tiende a reverdecer, (Agustí, 2003).

#### **2.6.2.1.1 Valor nutricional**

La naranja Valencia es muy conocida y considerada por sus atributos y beneficios, como alimento dietético y terapéutico de primer orden se debe a sus vitaminas, como la vitamina C, A, B1 y B2, y sus sales minerales como el potasio, calcio, fósforo, entre otras.

**CUADRO N°1 CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE NARANJA EN 100 g**

<b>Nutrientes</b>	<b>Naranja (<i>Citrus sinensis</i> L)</b>
Valor energético	44 calorías
Humedad	85 g
Proteína	1.0 g
Grasa	0.2 g
Carbohidratos	9.5 g
Fibra	2.0 g
Cenizas	0.6 g
Ca	42 mg
P	22 mg
Fe	0.4 mg
Na	1.0 mg
K	200 mg

Vitamina A	200 mL
Vitamina B1	0.10 mg
Vitamina B2	0.04 mg
Niacina	0.40 mg
Vitamina C	50 mg

---

Fuente: Elmadfa *et al.* (1998)

### **2.6.3 Grupo Sangre.**

Según Soler, (2006) los árboles son de tamaño pequeño a mediano con hábito de crecimiento ligeramente vertical. Los frutos de este grupo tienen la particularidad de tener un pigmento rojo, hidrosoluble, de naturaleza antocianica que colorean la pulpa y la corteza. La pigmentación no es uniforme, no existiendo correlación externa e interna. Tiene pocas o ninguna semilla (entre 0 y 6 por fruto), poliembriónicas. El estilo o parte de él suele permanecer durante bastante tiempo en el fruto.

Las variedades de este grupo se caracterizan por ser productivas sensibles al frío, y tener poca adherencia al pedúnculo. Estas son: Entrefina, murtera, sanguinelli, doblefina, morocatania.

### **2.6.4 Grupo Amargo.**

Según Soler, (2006) el árbol de tamaño medio a grande. La madera de las ramas de color gris, provistas de espinas siendo en las ramas vigorosas más grandes y largas. Sus frutos cilíndricos achatados por la región peduncular y estilar, con piel gruesa y rugosa con glándulas oleíferas, que tienen un olor y composición química muy diferentes a la del naranjo dulce. Adquiere en la maduración un color naranja-

rojizo. La pulpa de color naranja, amarga y ácida con 10 ó 12 gajos. Poseen semillas muy numerosas y poliembriónicas.

El naranjo amargo es una especie muy resistente al frío. Puede cultivarse en toda clase de suelos. Las aplicaciones que tiene como árbol es la de ser un buen patrón con gran afinidad con la mayoría de las especies, pero cuando se injerta de naranjo dulce, mandarino o pomelo la combinación, es sensible al virus de la Tristeza. Los frutos tienen aplicaciones en la fabricación de mermeladas. De la corteza, flores, hojas y brotes se extraen aceites esenciales. Estas son: Naranjo amargo, naranjo sevillano.

### **2.6.5 Híbridos.**

Según Agustí (2003), el que los géneros de la subfamilia Auratioideae, Tribu Citreae, subtribu Citrinae, hibriden con facilidad, ha creado un interesante grupo de plantas. La existencia de híbridos intergenericos es frecuente entre ellas, aunque raro en el reino vegetal, lo que explica la dificultad.

De entre los híbridos de los agrios, los citranges (*C. sinensis* x *P. Trifoliata*) y los citrumelos (*C. paradisi* x *P. Trifoliata*) son los de mayor importancia comercial por su utilización como porta-injertos. Otros, como los Tangelo, tangors y los híbridos de mandarinas, han visto extendido su cultivo como una variedad, más por su semejanza con las mandarinas o con las naranjas, comercializándose como tales.

#### **2.6.5.1 Tangelo (*Citrus paradisi* x *citrus reticulata*).**

Son híbridos de mandarina (*C. reticulata* Blanco) y pomelo (*C. paradisi* Macf.) y cuyo nombre combina el de sus parentales: TANGerina y pomELO TANGELO, desarrollado por investigadores del Departamento de Agricultura y Horticultura de la Estación de Investigación en Orlando de Estados Unidos y publicado por el

USDA en 1930. Los más importantes, Minneola, de maduración tardía, y Orlando, de maduración precoz, ambos híbridos de pomelo Duncan x mandarina Dancy, su comportamiento agronómico es adecuado, vegetando bien y dando elevadas cosechas de frutos de buen tamaño. (Agustí, 2003).

Según Ray y Walheim, (1980) los Tangelo son híbridos provenientes del cruzamiento de mandarinos con toronjas, o de mandarinos con pomelos. Y su nombre se deriva de sus progenitores, según las variedades de mandarino, pomelo o toronja.

Son más grandes que las mandarinas tienen gran parte del sabor deseable de la mandarina. La cáscara es bastante floja, que varían con la variedad, y se puede quitar fácilmente. La pulpa suele ser colorido, sub-ácido, de buen sabor y muy jugosa. El color y la textura es similar a la de una naranja dulce, variando de la luz a lo profundo de color naranja. La piel es generalmente de guijarros y de un espesor medio.

Tiene pocas o ninguna semilla, dependiendo de cómo se cultiva. (Si se cultiva en un bloque de sólo Minneola tendrá ninguna semilla. Si se cultiva cerca de otros mandarinos Tangelo o variedades que tendrá algunas semillas, como se expone a la polinización cruzada.)

#### **2.6.5.1.1 Valor nutricional.**

**CUADRO N°2 CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE TANGELO EN 100 g.**

<b>Nutrimientos</b>	<b>Tangelo (<i>Citrus paradisi x Citrus reticulata</i>)</b>
Valor energético	47 calorías
Humedad	86.8 %
Proteína	0.94 g

Grasa	0.12 g
Carbohidratos	11.8 mg
Fibra dietética	2.4 g
Ca	40 mg
Ácido fólico	30.3 mg
Vitamina C	53.2 mg

Fuente: Ray y Walheim, (1980).

### 2.6.5.2 Naranja-mandarina King (*Citrus nobilis* Lour).

La naranja-mandarina King (*Citrus nobilis* Lour) tiene forma globosa y deprimida, con flavedo liso, brillante, de color anaranjado rojizo, el flavedo es flojo a los segmentos o gajos de la pulpa fácilmente separables; mide de 2.5 a 7.5cm de diámetro y sus semillas son blancas y puntiagudas; el pedúnculo es delgado algunas veces liso, la cascara es suave y lisa, fácilmente desprendible, adherida por unas cuantas fibras a la parte carnosa, con pequeñas células de aceite en la superficie. Tiene de 10 a 14 secciones o gajos (lóculos), medianamente regulares en tamaño, fácilmente despegable uno del otro; carne o pulpa de color naranja oscura de jugo cortos, anchos y despuntados, con jugo abundante (Charle, 1983).

#### 2.6.5.2.1 Valor nutricional de la Naranja-mandarina King (*Citrus nobilis* Lour).

#### CUADRO N°3 CONTENIDO DE NUTRIENTES PRESENTES EN EL FRUTO DE KING.

Nutrientes	King ( <i>Citrus nobilis</i> Lour)
Valor energético	44,7 kcal
Hierro	0,30 mg

Proteína	0.63 g
Grasa	0.20 g
Carbohidratos	9,20 g
Fibra	1,80 g
Ca	34,53 mg
Sodio	1,10 mg
Azucares	9,20 g
Vitamina C	32,02 mg

---

Fuente: Charle, (1983)

### **2.1.6 Calidad de los frutos y sus Parámetros.**

Gould, (1988) define a la calidad de los frutos como el conjunto de propiedades inherentes a un producto que permite distinguir entre unos y otros frutos, que además tiene importancia en la determinación del grado de aceptación por el consumidor lo cual implica una combinación de características, propiedades y atributos que le darían al producto un valor como alimento y producto.

Según Arpaia y Kader, (1999) los mercados exigen determinados índices de calidad para los frutos cítricos con destino al consumo en fresco y a la transformación industrial, estos pueden ser la apariencia (intensidad y uniformidad de color; tamaño; forma; firmeza; ausencia de pudriciones; y ausencia de defectos, incluyendo el daño por frío o por congelación, daño de insectos y cicatrices), el sabor (relación de azucares y ácidos y ausencia de sabores desagradables), el valor nutritivo (principalmente vitamina C) estos son considerados atributos que definen la calidad de los cítricos. La calidad, se puede considerar como un compendio de calidades estos son:

- Calidad organoléptica: contenido en zumo, aroma, sabor, tamaño, textura, color, entre otros.

- Calidad microbiológica: ausencia, tanto interna como externa, de hongos, bacterias y virus.
- Calidad nutritiva: cantidad de vitaminas, cantidad de proteínas, etc.
- Calidad comercial: consta la producción, empaçado, conservación, transporte y distribución.

Según FOMESA, (2007) la calidad es muy importante en caso de exportación de los frutos. Para una empresa comercializadora, sus productos deben cumplir con las expectativas de calidad y precio. Los de baja calidad dañan la reputación de la misma, tanto en el mercado interno como en el extranjero. Varios países tienen reguladas las características mínimas exigidas para la comercialización de frutas y hortalizas.

Según FOMESA, (2007) la calidad de los frutos cítricos puede ser evaluada a través de una serie de parámetros, recogidos directa o indirectamente en las diferentes normas y reglamentos de calidad establecidas por cada país.

Los parámetros de calidad más relevantes en los frutos cítricos son los siguientes:

- **Calibre.**

El fruto es clasificado en calibres en función del tamaño, peso o volumen, los cuales varían de acuerdo con las normas de cada país, la especie y cultivar. El peso y volumen de un fruto cualquiera es un parámetro básico de calidad que nos indica el grado de crecimiento del mismo. La relación peso/volumen nos indica la calidad interna del fruto, como jugosidad o sequedad. (FOMESA, 2007).

- **Color.**

El color externo de los frutos cítricos es parámetro importante de calidad contemplado en la mayoría de normas y reglamentos internacionales,

aunque su medición resulta a menudo complicada, pero puede realizarse de manera subjetiva a través de comparación con cartas de color o de forma objetiva mediante medidas instrumentales. (FOMESA, 2007).

- **Firmeza.**

Otro de los parámetros a tener en cuenta en el momento de cosecha es la firmeza, ya que durante el posterior almacenamiento y comercialización se va a producir un progresivo ablandamiento (pérdida de firmeza) de los frutos y esto resta calidad. Este parámetro está relacionado con las propiedades mecánicas, y puede ser medido en términos de resistencia a la penetración o punción, compresión, deslizamiento, impacto y propiedades de sonido de la corteza. (Singh, K. and Reddy, B., 2006).

- **Contenido de zumo (jugo).**

Es el porcentaje de zumo expresado en volumen (mL) con relación al peso total del fruto. Puede ser extraído por métodos mecánicos (prensa manual) o eléctricos y filtrado. Los frutos cítricos se valoran por su contenido de zumo. El contenido de zumo disminuye con el avance de la maduración y el período de almacenamiento. El estado de maduración y la calidad de la lima, el limón y el pomelo se basan también en la cantidad de zumo de los frutos, además del contenido de sólidos solubles. (INDECOPI, 2006).

- **Sólidos solubles totales.**

Los zumos de naranja dulce, mandarina, pomelo y toronja se constituyen principalmente de azúcares entre un (80-85%). La composición restante de los sólidos solubles totales, lo conforman: el ácido cítrico, otros ácidos y sus sales, compuestos de nitrógeno, vitaminas solubles en agua. La

determinación de los °Brix no solo revela una medida de azúcares, sino también todos los sólidos solubles presentes en el zumo. Una de las técnicas para su determinación es la refractometría, la cual nos expresa en °Brix. (CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA, 2012).

- **Acidez total.**

El sabor de los frutos cítricos se relaciona por su proporción de azúcares y ácidos. Este ácido cítrico que predomina en un (80-95%) en los cítricos y en limas, limones y otros cítricos, este ácido constituye la mayor parte de los sólidos solubles totales ya que el contenido en azúcares es muy bajo. Su medición puede efectuarse mediante titulación.

- **Índice de madurez.**

Otro parámetro es el índice de madurez (IM) y se utiliza la relación entre los sólidos solubles totales y la acidez total (SST/AT), este parámetro se utiliza en especial para las naranjas, mandarinas, pomelos y sus híbridos, esto por su mayor contenido de azúcares. En limas y limones este parámetro no se utiliza ya que aquí predomina la acidez total, esta medición varía en cada país y sus normativas en relación de la especie y variedad. (INDECOPI, 2006).

- **Ácido ascórbico (vitamina C).**

Es el ácido L-(+)-*threo*-ascórbico, esta deriva biosintéticamente – en los vegetales – directamente de la D-glucosa conservando la secuencia de la cadena carbonada. La vitamina C puede intervenir en reacciones de óxido-reducción a nivel celular y es indispensable para la hidrolización de

la prolina, por consiguiente en la elaboración y mantenimiento de la integridad del colágeno en los animales, así como las extensinas, proteínas que intervienen en la formación de la pared celular de los vegetales. (Bruneton, 2001).

Aunque las distintas normas de calidad de cítricos no hacen referencia al contenido en compuestos volátiles de los frutos, estos si especifican que los frutos deberán estar exentos de olores y sabores extraños. (AOAC, 1990).

- **Semillas.**

Una de las características deseadas por el consumidor, es la ausencia de semillas, en este ámbito se han realizado varios estudios en el mejoramiento genético, para tratar de disminuir el número de semillas e incluso eliminarlas sin causar alteraciones al sabor del fruto.

Uno de los métodos no destructivos que se podría utilizar en tiempo real y que se puedan integrar a una línea de empaque, es la radiografía en tiempo real con sistemas de rayos X que se puede utilizar para este propósito. Las semillas son detectadas como zonas grises brillantes (de baja absorción en relación con el medioambiente). (CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA, 2012).

### **2.1.7 Plagas y Enfermedades que afectan a la calidad del fruto.**

Según Agustí, (2003) en el cultivo de los cítricos, las plagas representan un aspecto del máximo interés. Son numerosos los artrópodos que viven a expensas de cada planta y su presencia afecta tanto a la producción como a la calidad de

los frutos. Por consiguiente, la rentabilidad de las explotaciones citrícolas puede verse seriamente reducidas por su presencia.

El ataque de enfermedades y plagas a los cítricos estriba del manejo del cultivo y la frecuencia de los controles. Son muchos los agentes causales de las enfermedades de los vegetales. Así, se encuentran:

- Factores no parasíticos, como deficiencias nutricionales, desordenes fisiológicos y alteraciones genéticas.
- Organismos animales, tales como animales superiores, insectos y ácaros.
- Parásitos, algas, hongos, bacterias y nematodos.
- Virus, micro-plasma y viroides.

#### CUADRO N°4 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.

	Nombre	Nombre científico	Agente causal	Daños	
Plagas	Ácaros	<i>Áracnida</i>	Parásitos	Descomposición	
	Mosca blanca	<i>Alerothricus floccosus</i>	Insectos	Absorben sabia de las hojas, segregan mielecilla aquí crece el hongo fumagina	
	Mosca de la fruta	<i>Ceratitís capilata</i>	Insectos	Sus larvas excavan galerías en la pulpa	
	Cacoecia	<i>Cacoecimorpha pronubana</i>	insectos	Produce cicatrices irregulares alrededor del cáliz	
	Goma de los citrus	<i>Lepidosaphes beckii</i>	insectos	Amarillan y desprenden la hojas, deforman los frutos	
	Barreneta	<i>Ectomyelosis ceractoniae</i>	insectos	Coloración prematura y desprendimiento de los frutos	
	Escama algodonosa	<i>Icerya puchqsi</i>	insectos	Ataca corteza, brotes, ramas y troncos	
	Enfermedades	Virosis	-	Virus de la tristeza	Debilita al árbol hasta matarlo
		Mancha de la hoja	<i>Alternaria sp</i>	Alternaria citri	Destruye los tejidos de las hojas
		Negrilla	<i>Fumago</i>	Cochinillas	Cubre las hojas y frutos
Antracnosis		<i>Colleto trichum</i>	-	Produce lesiones deprimidas en la	

	<i>gloeosporioides</i>		corteza
Aguado	<i>Phytophthora</i>	-	Pudrición y desprendimiento de los frutos

Fuente: Agustí, (2003).

## 2.10 Aceites Esenciales.

Bandoni, (2003), define a los AE como una parte del metabolismo vegetal compuesto generalmente por terpenos, que están asociados o no a otros componentes, la mayoría de ellos volátiles, y generan en conjunto el olor de dicho vegetal.

Los aceites esenciales son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan un aroma característico a algunas flores, árboles, frutos, hierbas, especias, semillas. Son ligeros y volátiles (se evaporan rápidamente). Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales. Se oxidan por exposición al aire. (ProEcuador, 2011).

Según Bruneton, (2001) los AE generalmente se encuentran en vegetales superiores, de lo que existirían unas 17.500 especies aromáticas. Los que son capaces de elaborar los constituyentes que componen los aceites esenciales, se encuentran clasificados en un número limitado de familias como: Myrteaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, etc.

Los AE pueden encontrarse en todos los órganos vegetales como en flores, hojas, cortezas, leños, raíces, rizomas, frutos y semillas. Aunque todos los órganos de una misma especie pueden contener aceite esencial, recomposición de este puede variar según este localizado.

### **2.10.1 Propiedades físicas.**

Son líquidos a temperatura ambiente, volátiles esta característica los diferencia de los aceites fijos, muy raramente tienen color, poseen una densidad inferior a la del agua lo cual hace que tiendan hacia la superficie. Poseen un índice de refracción elevado y la mayoría desvían la luz polarizada, son liposolubles y también solubles en disolventes orgánicos. Son arrastrables al vapor de agua pero no son muy solubles en ella. (Bruneton, 2001).

### **2.10.2 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, 2001).

### **2.10.3 Terpenoides.**

Según Bruneton, (2001) en los AE se encuentran únicamente los terpenos más volátiles, estos son aquellos cuya masa molecular no es demasiado elevada, tales como los mono- y sesquiterpenos.

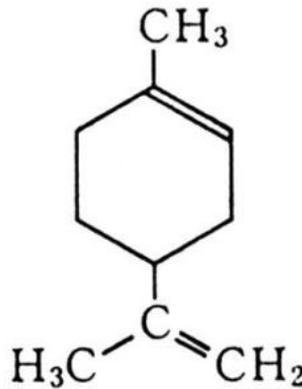
Estos son los terpenos mayoritarios presentes en el aceite esencial de cítricos:

- **Limoneno.**

Es un monoterpeno que se extrae del AE presente en el flavedo de los cítricos, éste da el olor característico a los mismos. Pertenece al grupo de

los limonoides, estos constituyen una de las más amplias clases de alimentos funcionales y fitonutrientes, funcionando como antioxidantes.

El limoneno posee un lo cual existen d-limoneno y nomenclatura



es quiral, es decir que carbono asimétrico. Por dos isómeros ópticos: el el l-limoneno. La IUPAC correcta es R-limoneno y S-limoneno, respectivamente, pero se emplean más los prefijos d y l o incluso alfa y beta. Como son dos isómeros el D-limoneno tiene un olor distinto al L-limoneno, es decir mientras el D-limoneno huele a naranja, el L-limoneno huele a limón. (Virot, 2008).

Los principales usos son: Disolvente biodegradable, Cosméticos, Perfumería, Confitería, Insecticida

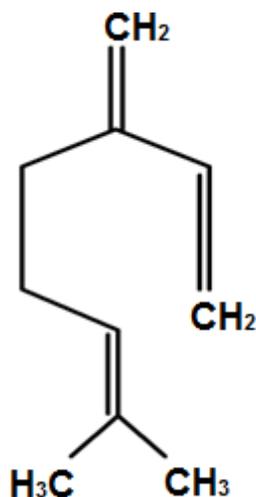
**Figura N°2** Estructura química del Limoneno.

Fuente: Bruneton, (2001).

- **Mirceno.**

También es conocido como  $\beta$ -mirceno, es un compuesto orgánico oleofínico natural. Es un monoterpeno componente de los aceites esenciales de plantas, incluyendo algunos de laurel, verbena, pinos y otras plantas. Se trata de un intermedio clave en la producción de diversas fragancias. (Viro, 2008).

**Figura N°3** Estructura química del mirceno.



Fuente: Bruneton, (2001).

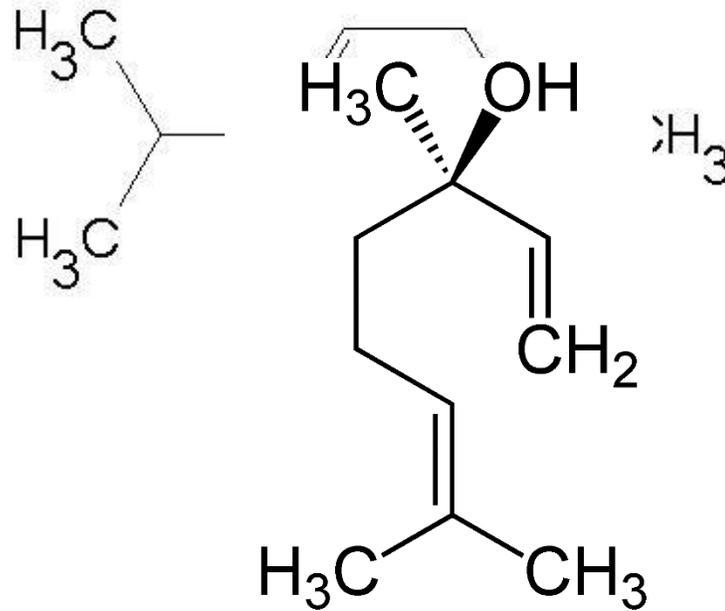
- **Linalol.**

Se encuentra en el aceite esencial en forma natural es común en muchas flores, plantas aromáticas y frutos. Su olor floral con un toque mentolado le ha conferido cierto valor para su uso en productos aromáticos. Este monoterpeno también es conocido como  $\beta$ -linalool, linalyl alcohol, óxido de linaloyl, p-linalool, allo-ocimeno y 2,6-dimethyl-2,7-octadien-6-ol. Los principales usos que tiene son: como esencia aromática en utensilios domésticos tales como jabones, detergentes, champus y lociones, también

sirve como reactivo químico intermediario necesario para producir otras sustancias como la vitamina E. (Casabianca-Graff, *et, al* 1997).

Figura

Linalol



N°4 Estructura química del

Fuente: Bruneton, (2001).

- $\gamma$ -terpineno

Figura N°5 Estructura química del  $\gamma$ -terpineno.

Fuente: Bruneton, (2001).

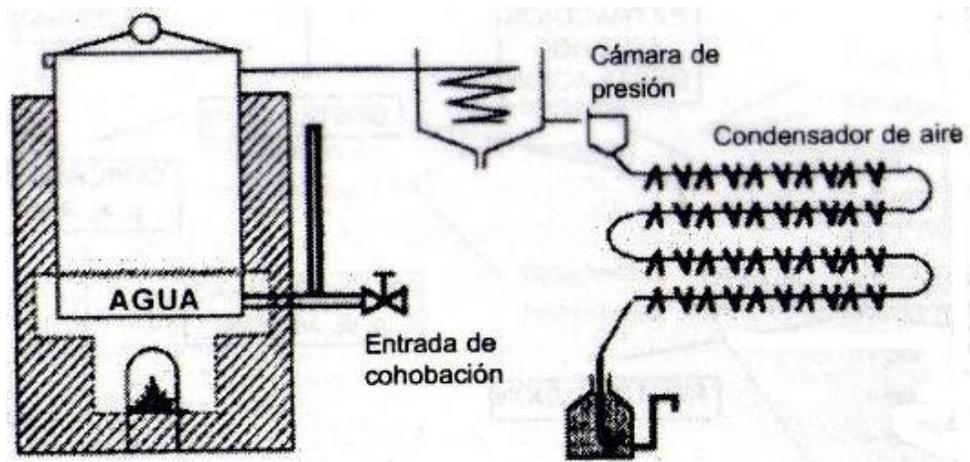
#### **2.10.4 Métodos de extracción de aceites esenciales.**

Los principales métodos de obtención de AE a partir de plantas aromáticas son las siguientes:

- **Hidrodestilación.**

El principio de la destilación en agua es llevar a estado de ebullición una suspensión acuosa de un material vegetal aromático, de tal manera que los vapores generados puedan ser condensados y colectados. El aceite, que es inmiscible en agua es posteriormente separado, (Bandoni, 2003).

**Figura N°6** Representación esquemática del Equipo tipo CISIRIL.



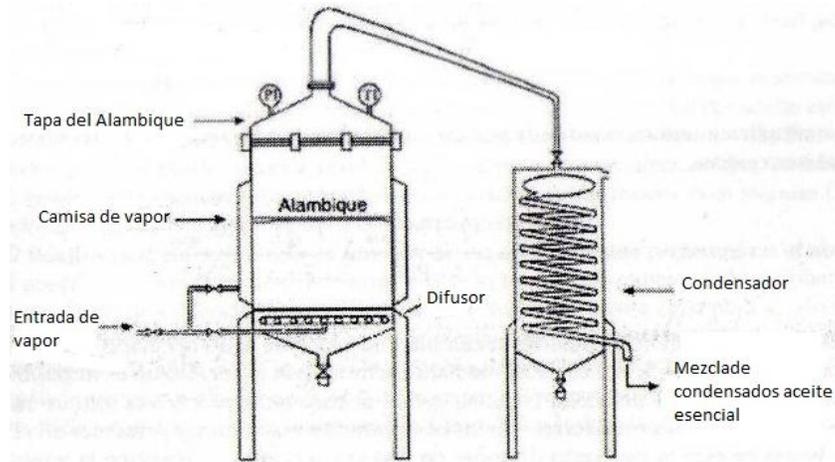
Fuente: Bandoni, (2003).

- **Destilación por arrastre de vapor.**

Esta técnica puede considerarse el más sencillo, seguro e inclusive el más antiguo, ya que se menciona en textos tan antiguos 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 sales 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, 2003).

**Figura N°7** Equipo piloto de extracción de aceites esenciales tipo

CIATEI.

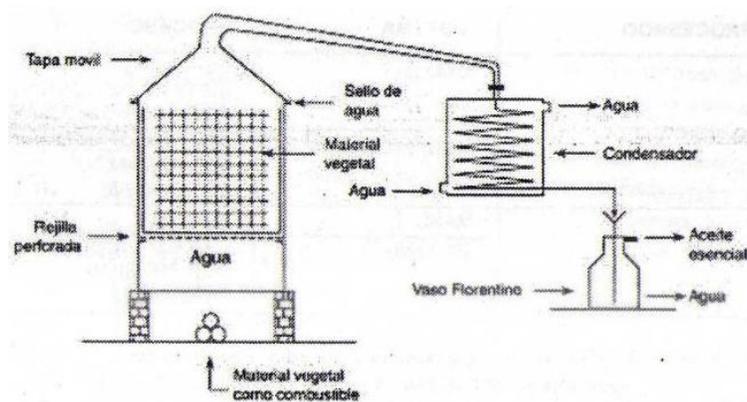


Fuente: Bandoni, (2003).

- **Destilación con agua-vapor.**

El vapor puede ser generado mediante una fuente externa o dentro del propio cuerpo del extractor, aunque separado del material vegetal, el cual se encuentra suspendido sobre un Tramado, que impide el contacto del material vegetal con el medio líquido en ebullición. Este método reduce la capacidad neta de carga de materia prima dentro del extractor, pero mejora la calidad del aceite obtenido. (Bandoni, 2003).

**Figura N°8** Equipo tradicional de destilación vapor-agua.



Fuente: Bandoni, (2003).

- **Destilación previa maceración.**

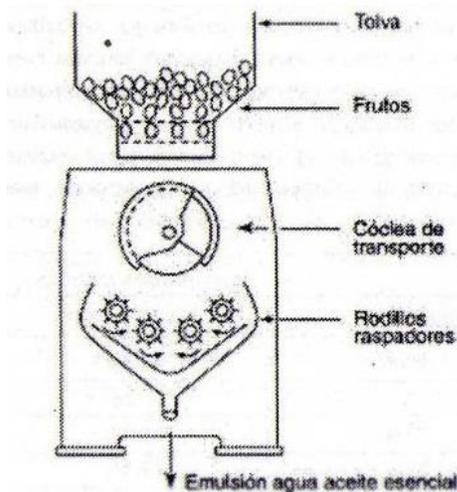
El material vegetal es sometido a un proceso de maceración en agua caliente para favorecer la separación del aceite esencial, ya que sus componentes volátiles están ligados a otras sustancias, formando componentes glicosidados. Generalmente es un método aplicado para la extracción de aceite de semillas de almendras amargas, bulbos de cebolla, bulbos de ajo, semillas de mostaza. (Bandoni, 2003).

- **Expresión y peladura (cítricos).**

Según Bandoni, (2003) la expresión y peladura se basa en la ruptura de las glándulas secretoras de aceite y en recolectar en forma inmediata la esencia, para evitar ser absorbida por la corteza esponjosa que resulta después de este tipo de procesos. Aquí surgen etapas de los fenómenos que ocurren durante la extracción, siendo estas las siguientes:

- Laceración de la epidermis y de las células que contienen la esencia.
- Creación en la cáscara de áreas con presión mayor presión que sus circundantes a través de las cuales el aceite fluye al exterior.
- Abrasión de la cáscara, con la formación de pequeñas partículas de la raspadura. La extracción del aceite se realiza sobre la fruta entera o sobre la cascara y en ambos procesos se puede realizar con un proceso manual o mecánico.

**Figura N°9** Equipo para la obtención del AE por el método de expresión (peladura).

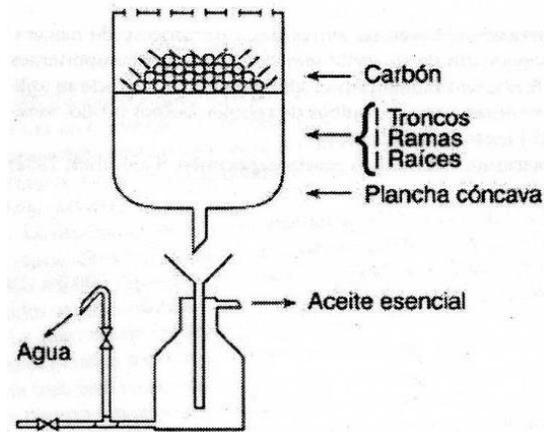


Fuente: Bandoni, (2003).

- **Destilación sometida a una degradación térmica.**

Para la extracción de brea del abedul y para obtener el aceite de enebro, es necesario una degradación térmica. En un ejemplo de su uso tenemos que para el caso de la producción del aceite de enebro, la madera del tronco, las ramas y las raíces de la especie *Juníperus oxycedrus* L. son fragmentadas en pedazos que se amontonan sobre una planchancóncava que posee en el centro un tubo conductor con orientación hacia abajo del colector. En otro recipiente de hierro se coloca carbón, el cual se quema hasta alcanzar un color rojo intenso, el resultado del calor extremo que genera esta combustión se transmite hacia los fragmentos de madera, ésta sufre una descomposición térmica que permite la liberación del aceite esencial. Una vez "extraída" esta esencia se mezcla con las sustancias piroleñosas de la madera carbonizada dando como producto un líquido viscoso homogéneo de color pardo oscuro con un fuerte olor a humo. (Bandoni, 2003).

**Figura N°10** Esquema de un extractor por degradación térmica.

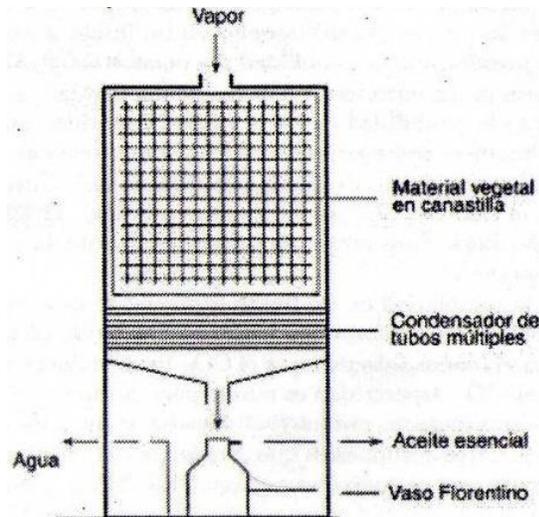


Fuente: Bandoni, (2003).

- **Hidrodifusión.**

La Sociedad Montenier Technologies ha desarrollado un sistema de extracción llamado H.D.F (hidrodifusión), este sistema consiste en un flujo descendente de vapor de agua que pasa a través de la muestra vegetal. La concepción del extractor tipo H.D.F. hace uso de la acción osmótica del vapor de agua, haciendo que se libere bajo forma de azeótropo el aceite esencial, contenido en la materia vegetal. Este proceso de osmosis es conocido bajo el nombre de hidrodifusión. El principio es el de hacer liberar y condensar el vapor aprovechando la gravedad, dispersando el azeótropo producido por el vapor de agua en la masa vegetal. Esta nueva técnica permite disminuir los inconvenientes de la hidrodestilación clásica. Los aparatos de este tipo funcionan actualmente en diferentes países. Este proceso se aplica en forma particular para el ciste, el cardamomo y el romero. (Bandoni, 2003).

**Figura N°11** Equipo de hidrodifusión para la obtención de aceites esenciales.



Fuente: Bandoni, (2003).

### 2.10.5 Aceite esencial de cítricos.

Las diversas especies del genero elaboran y almacenan aceites esenciales en glándulas esquizolisigenas localizadas en la parte externa del mesocarpio del fruto (albedo). Esta particular localización es la que permite recuperarlos directamente por expresión. Dichos aceites esenciales pueden ser utilizados para aromatizar medicamentos y en la elaboración de productos de parafarmacia. Principalmente se consume en las industrias agroalimentarias y en perfumerías, (Bruneton, 2001).

El AE de naranja se encuentra principalmente en sacos de forma ovalada en el flavedo o en la porción anaranjada de la cascara y actúa como una barrera tóxica natural para muchos microorganismos e insectos. La recuperación del aceite se efectúa generalmente por métodos mecánicos "presión en frío de la cascara", sin embargo también se realiza el proceso de extracción del aceite por medio de hidrodestilación (HD), destilación con vapor (VD), hidrodestilación asistida por

microondas (MWH), extracción con solvente (SE) y extracción con fluidos supercríticos (CO<sub>2</sub>) (SFE) (Argyropoulou, Daferera *et al.*, 2007).

### 2.10.5.1 Composición de los AE de la naranja.

Los aceites esenciales a partir de la cáscara de naranja son volátiles o esenciales típicos, constituidos por mezclas de terpenos, sesquiterpenos, alcoholes superiores, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y alcanforos o ceras (Araujo, 2002). En la tabla siguiente se puede observar los principales compuestos químicos del aceite esencial a partir de cáscara de naranja.

**CUADRO N°5. GRUPOS QUÍMICOS DEL AE DE LA NARANJA Y SUS PROPIEDADES BIOLÓGICAS.**

<b>Compuesto</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Propiedades</b>
Alcohol	Mentol. geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, espasmolítico.
Aldehído	Citral, citronelal	Espasmolítico. sedante, antiviral
Cetona	Alcanfor, tujona	Mucolítico. Regenerador celular. Neurotóxico.
Esteres	Cineol, ascaridol	Expectorante, estimulante.
Ester	Metil salicilato	Espasmolítico
Eter fenólico	Safrol. anetol	Diurético. carminativo
	miristicina	estomacal expectorante
Fenol	Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano, irritante, estimulante inmunológico.
Hidrocarburo	Pineno. limoneno	Estimulante. Descongestionante antivírico, antitumorales.

Fuente: Braverman, (2000)

### 2.10.6 Cromatografía.

Sharapin, (2000) describe a la cromatografía como un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, la cual tiene aplicación en todas las

ramas de la ciencia. Este conjunto de técnicas están basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.

Las diferencias sutiles en el coeficiente de partición de los compuestos da como resultado una retención diferencial sobre la fase estacionaria y por tanto una separación efectiva en función de los tiempos de retención de cada componente de la mezcla.

La cromatografía puede cumplir dos funciones básicas que no se excluyen mutuamente:

- Separar los componentes de la mezcla, para obtenerlos más puros y que puedan ser usados posteriormente (etapa final de muchas síntesis).
- Medir la proporción de los componentes de la mezcla (finalidad analítica). En este caso, las cantidades de material empleadas son pequeñas.

#### **2.10.6.1 Cromatografía en fase gaseosa.**

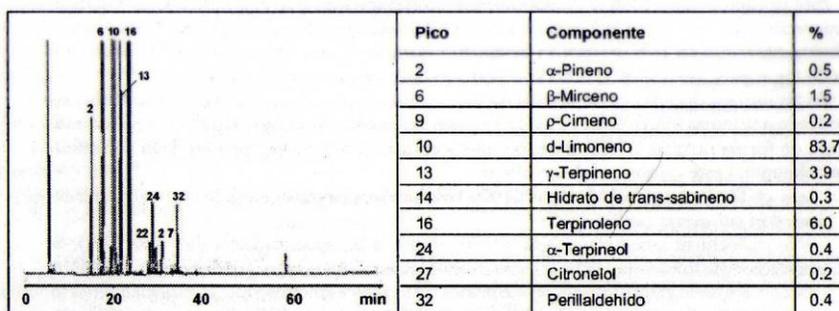
La cromatografía de gases es una técnica de separación basada principalmente en fenómenos de partición entre una fase móvil gaseosa (helio, argón, hidrógeno, nitrógeno) y una fase estacionaria constituida por un líquido muy viscoso retenido en el interior de una columna cromatográfica.

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).

**Figura N°12** Cromatograma CG típico en columna capilar DB-1 (60 m) del aceite esencial de la cascara de mandarina procedente de *Citrus reticulata* obtenido por arrastre con vapor. En la tabla lateral se identifican los componentes mayoritarios.



Fuente: Blanco *et, al*, (1995)

### 2.10.6.2 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 pre-tratamiento. 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).

#### **2.10.7 Cuantificación de componentes.**

Según Bandoni, (2003) la cuantificación de los componentes de un AE se efectúa por normalización de las áreas de los picos del cromatograma obtenido con un detector FID. Por lo general no suelen utilizarse factores de corrección. Esta simplificación, que supone que todos los componentes de la esencia son volátiles y tienen el mismo grado de respuesta al detector, es comúnmente aceptada dada la dificultad para disponer de los patrones necesarios para otros tipos de análisis más exactos, como por ejemplo con un patrón interno.

## **CAPITULO III - MATERIALES Y METODOS**

### 3. Materiales de laboratorio.

En la presente investigación, se utilizó los siguientes materiales, reactivos y equipos disponibles en los laboratorios existentes en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

**CUADRO N°6 DESCRIPCION DE LOS IMPLEMENTOS UTILIZADOS PARA LA**

	Laboratorio			Personal	
	Instrumentos	Reactivos	Equipos	Suministros de oficina	Equipo de protección
3.1 Materia prima.  Como materia prima se	Probetas (100-250 ml)	Fenolftaleína	Potenciómetro marca OAHCON	Cuaderno de campo	Mandil
	Pipeta (25ml)	Agua destilada	Balanza marca ECHO	Internet	Cofia
	Tubos de ensayo	Hidróxido de sodio al 0,1 N	Calibrador de Vernier marca Stanley	Notebook	Mascarilla
	Embudo			Resmas de papel bond A4	
	Cajas Petri			Cartuchos de tinta negra	
	Vasos de precipitación (500-800 ml)			Cartuchos de tinta color	
	Bureta (25 ml)				
	Agitador				
	Soporte universal				
	Piseta				
Eppendorf					
Pipetas					
Pasteur					

Fuente: Hallo 2013.

usaron 540 frutos de cítricos variedad Valencia (*Citrus sinensis* L.), Tangelo (*Citrus paradisi* x *Citrus reticulata*) y el testigo naranja-mandarina variedad King (*Citrus nobilis* Lour), procedentes de la “Hacienda Estefanía”, perteneciente al recinto “Las Mercedes”, del cantón “Las Naves”, Provincia de Bolívar, fueron cosechados 20 frutos por planta en 27 zonas en estado fisiológicamente verde y maduro.

**Figura N°13** Ubicación geográfica del cantón “Las Naves”.



GAD “Las Naves”

Fuente:

**CUADRO N°7 DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO**

Provincia	Bolívar.
Cantón	Las Naves.
Superficie	146.80 Km <sup>2</sup>
Sector	Recinto “Las Mercedes.”
Altitud	300 m.s.n.m.
Temperatura	24-32 °C
Humedad relativa	87.1%
Latitud	1°17’08.34”S
Longitud	79°18’53.88”O

Fuente: GAD “Las Naves”

### **3.2 Ubicación del experimento.**

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el Km 1 ½ vía a Sto. Domingo, así como los análisis físicos. Los análisis químicos se realizaron en INIAP Sta. Catalina y en los laboratorios de bromatología de la ESPOCH, mientras que los análisis cromatográficos se realizaron conjuntamente con los laboratorios de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, con el especialista en aceites esenciales Dr. Arnaldo Bandoni.

### **3.3 Diseño de la Investigación.**

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental estará conformada por 30 frutos, para determinar diferencias entre medias y tratamientos, se empleará el test de Tukey ( $p < 0.05$ ). Como testigo se utilizó la mandarina King (*Citrus nobilis* Lour) ya que ésta es un híbrido entre una naranja y una mandarina y se puede comparar con la naranja Valencia y el híbrido (mandarina-pomelo) Tangelo, además de ubicarse estas plantaciones en la zona de estudio.

**CUADRO N°8** FACTORES DE ESTUDIO PARA DETERMINAR LA MEJOR VARIEDAD Y ESTADO DE MADUREZ FISIOLÓGICO (VERDE - MADURO) ENTRE LOS CÍTRICOS: NARANJA VALENCIA (*CITRUS SINENSIS* L.), TANGELO (*CITRUS PARADISI X CITRUS RETICULATA*) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA KING (*CITRUS NOBILIS* LOUR) PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

	Tratamientos	A Variedad	B Estado de madurez	Combinaciones A x B	
Se utilizó el siguiente modelo matemático	T1	A1 Valencia	B1	Verde	A1B1
	T2		B2	Maduro	A1B2
	T3	A2Tangelo	B1	Verde	A2B1
	T4		B2	Maduro	A2B2
	T5	A3Testigo King	B1	Verde	A3B1
	T6		B2	Maduro	A3B2

o para Fuente: Hallo, 2013.

determinar la mejor variedad y estado de madurez fisiológico (verde - maduro) entre los cítricos: naranja Valencia (*Citrus sinensis* L.), Tangelo (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) y el testigo naranja-mandarina King (*Citrus nobilis* Lour).

- *Modelo matemático*

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

$\mu$  = Media de las observaciones;  $T_i$  = Efecto de los Tratamientos y;  $E_{ij}$  = Error experimental;  $b_j$  = efecto de los bloques.

**CUADRO N°9 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS RESPUESTAS EXPERIMENTALES.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamiento	(t-1) 5
Bloque	(b-1) 2
Error experimental	(t-1)(r-1) 10
<b>Total</b>	<b>Tr-1 17</b>

Fuente: Hallo, 2013.

**3.4 Variables de estudio.**

Variedades: 3 (Valencia, Tangelo y el testigo naranja-mandarina King)

Grados de Madurez: 2 (verde, maduro)

Número de mediciones: 90

Número de repeticiones: 3

Localidad: 1

Total mediciones: 540

**3.4.1 Propiedades Físicas.**

**3.4.1.1 Diámetros.**

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

**3.4.1.1.1 Relación diámetro polar – ecuatorial.**

Se tomó la relación entre el diámetro polar sobre el ecuatorial y se aplicó la siguiente ecuación:

**Cálculo:**Relación =  $dp/de$ **Donde:**

dp = diámetro polar

de = diámetro ecuatorial

**3.4.1.2 Forma.**

Se tomó como referencia figuras geométricas y se evaluó ópticamente. La técnica exige la comparación del producto mediante una apreciación visual subjetiva del observador. Por lo tanto, la asignación de la denominación es poco reproducible. Las denominaciones que pueden asignarse como fruto de la comparación son las recogidas en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°10 DENOMINACIONES PARA LA COMPARACION DE LA FORMA DEL FRUTO**

<b>FORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<i>Round</i>	Redonda. Aproximadamente esférica
<i>Oblate</i>	Achatada. Aplastada por la parte superior e inferior
<i>Oblong</i>	Alargado. Diámetro vertical > diámetro horizontal
<i>Conic</i>	Cónica. Estrecha hacia el ápice del fruto
<i>Ovate</i>	Ovalada. Forma de huevo, ancha en la base
<i>Obovate</i>	Ovalada. Forma de huevo, ancha en el ápice
<i>Elliptical</i>	Elipsoide de revolución
<i>Truncate</i>	Extremos aplanados o cuadrados
<i>Unequal</i>	Una mitad más alargada que la otra
<i>Ribbed</i>	Sección horizontal: Bordes aplanados
<i>Regular</i>	Sección horizontal: casi circular
<i>Irregular</i>	Sección horizontal: muy poco circular

Fuente: Lewis, (1993).

#### **3.4.1.3 Peso Unitario.**

El peso, es la medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto, para esta variable se utilizó una balanza marca ECHO., de 600 g de capacidad con precisión de 0.1g.

#### **3.4.1.4 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 Griffin, se tomó la medida de agua desplazada por la fruta.

#### **3.4.1.5 Densidad.**

Esta variable se determinó utilizando los resultados obtenidos del peso y volumen del fruto, mediante la relación de masa sobre volumen.

**Cálculo:**

$$d = m/v$$

**Donde:**

$$d = \text{densidad (g/cm}^3\text{)}$$

$$m = \text{masa (g)}$$

$$v = \text{volumen (cm}^3\text{)}$$

#### **3.4.1.6 Extracción del jugo.**

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

#### **3.4.1.7 Rendimiento de jugo.**

En esta variable se utilizó el peso alcanzado por fruta completa y el volumen del jugo presente en la fruta. Para los cálculos se utilizó una balanza electrónica digital con una capacidad de 600 g y una precisión de 0.01 g y una probeta de 250 ml. Se lo realizó mediante un balance de materiales, utilizando la siguiente ecuación.

**Cálculo:**

$$\% \text{ jugo} = (\text{vjg}/\text{pfrt}) * 100$$

**Donde:**

% jugo = porcentaje de jugo

vjg = volumen de jugo

pTrf = peso de la fruta

#### **3.4.1.8 Peso de semillas.**

En esta variable se utilizó una balanza marca ECHO., de 600 g de capacidad y con precisión de 0.1g., para tomar el peso de las semillas presentes en cada fruta.

#### **3.4.1.9 Porcentaje de semillas.**

Para esta variable se utilizó el peso alcanzado por la fruta completa y el peso de las semillas, se determinó mediante el uso de la siguiente ecuación.

**Cálculo:**

$$\% \text{ semillas} = \text{psm} * 100$$

**Donde:**

% semillas = porcentaje de semillas

psm = peso de semillas

#### **3.4.1.10 Número de semillas.**

En esta variable se procedió al conteo de las semillas presentes en cada fruta.

#### **3.4.1.11 Residuo.**

Se determinó sumando el peso del flavedo, albedo y semillas presentes en cada fruta, se utilizó la siguiente ecuación.

**Cálculo:**

$$\text{Resd} = \text{pfl} + \text{pal} + \text{psm}$$

**Donde:**

$$\text{Resd} = \text{residuo}$$

$$\text{pfl} = \text{peso de flavedo}$$

$$\text{pal} = \text{peso de albedo}$$

$$\text{psm} = \text{peso de semilla}$$

### **3.4.2 Propiedades químicas.**

#### **3.4.2.1 Potencial de Hidrogeno.**

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.

#### **3.4.2.2 Solidos solubles Totales (°Brix).**

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

#### **3.4.2.3 Acidez.**

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

**Calculo:**

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

**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.

#### **3.4.2.4 Índice de madurez (Ratio).**

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

**Calculo:**

$$\text{Ratio} = \text{°Brix/acidez}$$

**Donde:**

°Brix = sólidos solubles en la solución

Acidez = es el porcentaje de ácido cítrico.

#### **3.4.2.5 Materia Seca.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo), mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.6 Humedad.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo), mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.7 Cenizas.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo), mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.8 Proteína.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo) mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.9 Extracto Etéreo.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo), mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.10 Extracto libre de Nitrógeno.**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo), mediante Análisis de Weende.

#### **3.4.2.11 Energía Bruta (kilocalorías).**

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo).

#### **3.4.2.12 Ácido Ascórbico (Vitamina C).**

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

### **3.4.2.13 Azúcares Totales.**

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

### **3.4.2.14 Macro-elementos principales**

- Calcio (Ca).  
Se determinó con el método MO-LSAIA-03.01.02. Los resultados se expresaron en miligramos de Ca en 100 ml de jugo de naranja. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.
  
- Fosforo (P).  
Se determinó con el método MO-LSAIA-03.01.04. Los resultados se expresaron en miligramos de P en 100 ml de jugo de naranja. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.
  
- Magnesio (Mg).  
Se determinó con el método MO-LSAIA-03.01.02. Los resultados se expresaron en miligramos de Mg en 100 ml de jugo de naranja. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.
  
- Potasio (K).  
Se determinó con el método MO-LSAIA-03.01.03. Los resultados se expresaron en miligramos de K en 100 ml de jugo de naranja. Este

análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

- Sodio (Na).

Se determinó con el método MO-LSAIA-03.01.03. Los resultados se expresaron en miligramos de Na en 100 ml de jugo de naranja. Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad de INIAP Sta. Catalina.

### **3.4.3 Aceite Esencial.**

#### **3.4.3.1 Extracción del AE.**

En esta variable se extrajo el AE mientras se quitaba el flavedo con la ayuda de un pelador manual de naranjas, el aceite fue retenido en un tubo de ensayo acoplado a un embudo. Así mismo se utilizó el método de expresión para la extracción del aceite esencial del testigo la naranja-mandarina variedad King, en lo cual consistía el pelado de la fruta para posteriormente exprimir el flavedo con las yemas de los dedos.

#### **3.4.3.2 Rendimiento de AE.**

El rendimiento de AE fue determinado mediante la medición del volumen con una probeta, obtenido del raspado de 30 frutos en dos estados de madurez Valencia, Tangelo y expresión del testigo King en el flavedo.

### **3.4.3.3 Análisis Cromatográfico AE.**

El AE se analizó por cromatografía de gas acoplada a masa 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 cuadrupolar, 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.

Los compuestos se identificaron por sus tasas de retención en ambas columnas, en comparación con los de la literatura, y la comparación de sus espectros de masas y las bases de datos existentes. Este análisis fue realizado en los laboratorios de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires - Argentina, con el especialista en aceites esenciales Dr. Arnaldo Bandoni.

## **CAPITULO IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4. Análisis.**

### **4.1 Físicos.**

#### **4.1.1 Diámetros Ecuatorial.**

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no demuestran diferencia significativa entre sí en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 4.89; pero de manera numérica, el tratamiento con mayor valor se presenta en el T4 (7,83 cm) que es el valor de Tangelo maduro, estos máximos resultados contrastan con los obtenidos por Ceballos, (2010) quien en sus estudios indica que el mejor calibre de esta variedad se encuentra entre 8 y 9,5 cm como variedad selecta de exportación; mientras que para calidad industrial, los valores del autor indican un rango de 5,5 a 6,9 cm. Estos valores son superados con los obtenidos en la investigación de 7,83 cm. clasificándose a este tipo de Tangelo como fruto de calidad especial o corriente.

Mientras que para la variedad Valencia, el mayor valor de diámetro se encuentra en el estado verde (7,18 cm), según Ceballos, (2010) indica en sus estudios que para esta variedad las normas estándares de exportación lo clasifican estos valores como una fruta especial ya que está en el rango de 6,5 – 7,3 cm. Esta variable dio un promedio total de 7,38 cm.

**CUADRO N°11** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL DIÁMETRO *ECUATORIAL* REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Diámetro ecuatorial cm
1. Valencia V	7,18 a
2. Valencia M.	7,13 a
3. Tangelo V.	7,60 a
4. Tangelo M.	7,83 a
“5. King V.	7,02 a
“6. King M.	7,53 a
<b>Promedio</b>	<b>7,38</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,89</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.2 Diámetro Polar.

Según el análisis estadístico los T1, T2, T5 y T6 no muestran diferencias significativas entre sí en el análisis de varianza; a su vez, los T3 y T4 son diferentes de los T5 y T6, reflejando un C.V. de 5,26; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T3 (7,76 cm) que es el valor de Tangelo verde, se asemejan a los obtenidos por Soto 2002 donde evalúa a diferentes meses del año, obteniendo en los meses entre junio y agosto (invierno) valores entre 6,3 y 8,5 cm. Para la variedad Valencia el valor máximo se encuentra en 6,73 cm este valor se asemeja poco a los obtenidos por Russián, (2006) donde hace un análisis de naranjas criollas variedad Valencia y obtiene un valor de 6,9 cm. Esta variable dio un promedio total de 6,72 cm.

**CUADRO N°12** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL DIÁMETRO POLAR REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Diámetro polar cm</b>
1. Valencia V	6,66 a b
2. Valencia M.	6,73 a b
3. Tangelo V.	7,76 c
4. Tangelo M.	7,52 b c
“5. King V.	5,77 a
“6. King M.	5,87 a
<b>Promedio</b>	<b>6,72</b>
<b>CV (%)</b>	<b>5,26</b>

“*Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.3 Relación diámetros polar/ecuatorial.

Según el análisis estadístico los T1, T2, y T4 no muestran diferencias significativas entre sí en el análisis de varianza, mientras que si difieren estadísticamente con los T3, T5 y T6 reflejando un C.V. de 1,60; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T3 (1,02 cm) que es el valor de Tangelo verde y el de menor valor se encuentra en T6 (0,78 cm). Esta variable dio un promedio total de 0,93 cm.

**CUADRO N°13** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA RELACIÓN DIÁMETROS POLAR/ECUATORIAL REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Relación polar/ecuatorial
1. Valencia V	0,93 c
2. Valencia M.	0,94 c
3. Tangelo V.	1,02 d
4. Tangelo M.	0,96 c
“5. King V.	0,82 b
“6. King M.	0,78 a
<b>Promedio</b>	<b>0,93</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,60</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.2 Forma del fruto.

La variedad Valencia tiene una forma globosa casi esférica, por lo que se clasificaría como *Round* en ambos estados de madurez. Mientras que la variedad Tangelo, tiene una forma ovalada y al poseer un pezón en el pedúnculo se clasifica como *Oblong* a *Ovate* en ambos estados de madurez. Por otro lado las dos variedades se distinguen ampliamente del testigo King ya que este tiene un achatamiento en los polos y se clasifica como *Oblate* en los dos estados de madurez.

#### 4.1.3 Peso unitario.

Según el análisis estadístico los T1, T2, T3, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza; el T4 difiere estadísticamente del T5, reflejando un C.V. de 13,56; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T4 (260,80 g) perteneciente al Tangelo maduro, estos valores obtenidos se asemejan a los descritos por Soto, (2002) donde obtiene un resultado promedio entre 249 – 292 g, por otro lado Orduz, (2011) en su estudio entre 13 híbridos comerciales en Colombia obtiene en la Tangelo “PAGE” un promedio de peso de 168 g., lo que contrasta con los resultados obtenidos de la zona del cantón de Las Naves. Respecto a la variedad Valencia el estadio maduro es el que presenta mayor peso (197,45 g) Reina, (1995) en sus estudios realizados en Colombia obtiene un promedio de 178,72 g., cercano al valor obtenido, mientras que Alsina, (2012) en sus investigaciones realizadas en Argentina obtiene un valor promedio de 239 g para Valencia late y 297 g para Valencia seedless, los valores obtenidos no superan a los de Alsina, (2012) porque trabaja con variedades modificadas genéticamente. Esta variable dio un promedio total de peso 209,28 g

**CUADRO N°14** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO UNITARIO REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Peso unitario g.</b>
1. Valencia V	190,78 a b
2. Valencia M.	197,45 a b
3. Tangelo V.	241,04 a b
4. Tangelo M.	260,80 b
“5. King V.	169,29 a
“6. King M.	196,33 a b
<b>Promedio</b>	<b>209,28</b>
<b>CV (%)</b>	<b>13,56</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.1.4 Volumen.**

Según el análisis estadístico los T1, T2, T3, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, el T4 difiere estadísticamente del T5, reflejando un C.V. de 13,31; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T4 (261,41 cm<sup>3</sup>) que es el valor de Tangelo maduro y el de menor valor en el T5 (171,38 cm<sup>3</sup>) estableciéndose un promedio total de 211,02 cm<sup>3</sup>.

**CUADRO N°15** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL VOLUMEN REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Volumen de fruta cm<sup>3</sup></b>
1. Valencia V	192,29 a b
2. Valencia M.	202,37 a b
3. Tangelo V.	239,93 a b
4. Tangelo M.	261,41 b
“5. King V.	171,38 a
“6. King M.	198,74 a b
<b>Promedio</b>	<b>211,02</b>
<b>CV (%)</b>	<b>13,31</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.1.5 Densidad.**

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no demuestran diferencia significativa entre ellas en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 1,85; pero de manera numérica el tratamiento con mayor valor se presenta en los T1, T3, T4 y T6 cada uno con (1,00 g/ml) estos valores son de: Valencia verde, Tangelo maduro y King maduro y el de menor en el T2 (0,98 g/ml) estableciéndose un promedio total de 0,99 g/ml.

**CUADRO N°16** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA DENSIDAD REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Densidad del fruto g/ml</b>
1. Valencia V	1,00 a
2. Valencia M.	0,98 a
3. Tangelo V.	1,00 a
4. Tangelo M.	1,00 a
“5. King V.	0,99 a
“6. King M.	1,00 a
<b>Promedio</b>	<b>0,99</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,85</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.1.6 Jugo.**

##### **4.1.6.1 Volumen.**

Según el análisis estadístico los T1, T2, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre si en el análisis de varianza, los T3 y T4 difieren estadísticamente de los T5 y T6, reflejando un C.V. de 14,71; numéricamente el tratamiento con mayor volumen de jugo se presentó en el T4 (117,67 ml) perteneciente a Tangelo maduro. Soto, (2002) en sus estudios realizados en Chile obtiene volúmenes promedio entre 114,9 y 126,4 ml; estos se encuentran en el rango establecido por Soto. Para la variedad Valencia el valor más alto (97,87 ml) se presenta en el estado fisiológico maduro, estos valores no superan a los establecidos por Reina, (1995) con cultivares establecidos en Colombia, presenta tres rangos promedios de volumen para esta variedad de 95,2 – 134,0 y 142,2 ml; pero si superan a los

valores obtenidos por Alsina, (2012) en Argentina, determina para la variedad Valencia late 112,5 ml y Valencia Seedless 103,0 ml; esta variable nos da un promedio total de 94,68 ml

**CUADRO N°17 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL JUGO EXTRAÍDO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Volumen de jugo ml</b>
1. Valencia V	95,40 a b
2. Valencia M.	97,87 a b
3. Tangelo V.	115,50 b
4. Tangelo M.	117,67 b
“5. King V.	68,48 a
“6. King M.	73,17 a
<b>Promedio</b>	<b>94,68</b>
<b>CV (%)</b>	<b>14,71</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.6.2 Rendimiento de jugo.

Según el análisis estadístico los T3, T4, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre si en el análisis de varianza, los T1 y T2 difieren estadísticamente del T6, reflejando un C.V. de 8,04; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T1 (50,50 %) que es el valor de Valencia verde, estos valores superan a los obtenidos por Russian, (2006) que determina en naranja criolla (35,40 – 45,40 %), Valencia comercial (36,89 – 46,66%), Valencia injertada con patrón Cleopatra (43,1 %) Valencia injertada con Volkameriana (41,89 %) estos cultivares establecidos en Venezuela, al igual Orduz, (2011) no supera los valores

obtenidos por esta tesis de investigación ya que en sus investigaciones realizadas en cultivares de Colombia obtiene un porcentaje del 39%. En la variedad Tangelo el valor más alto se presentó en estado fisiológico verde (47,39 %), este valor es superado por Orduz, (2011) quien obtiene entre varios cítricos establecidos en Colombia 52 % de rendimiento en Tangelo “Orlando”, mientras que Soto, (2002) en cultivares chilenos obtiene valores casi similares entre 44,2 – 47,9 % lo cual se asemeja a los obtenidos del cantón Las Naves. Esta variable nos da un promedio total de 45,31 %.

**CUADRO N°18** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL RENDIMIENTO DE JUGO EXTRAÍDO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Rendimiento de jugo %</b>
1. Valencia V	50,50 b
2. Valencia M.	49,62 b
3. Tangelo V.	47,39 a b
4. Tangelo M.	45,32 a b
“5. King V.	40,87 a b
“6. King M.	38,18 a
<b>Promedio</b>	<b>45,31</b>
<b>CV (%)</b>	<b>8,04</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.7 Peso de semillas.

Según el análisis estadístico los T1, T2, T3 y T4 no muestran diferencias significativas entre sí en el análisis de varianza, a su vez los T5 y T6 difieren del

T4, reflejando un C.V. de 40,01; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T6 (6,09 g) que es el valor de King maduro y el de menor valor en el T4 (1,08 g) estableciéndose un promedio total 3,58 g. Esta variable influye según el número de semillas determinadas por ello la discusión coincide con la variable número de semillas.

**CUADRO N°19** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Peso de semillas g.</b>
1. Valencia V	2,97 a b c
2. Valencia M.	4,73 a b c
3. Tangelo V.	1,39 a b
4. Tangelo M.	1,08 a
“5. King V.	5,21 b c
“6. King M.	6,09 c
<b>Promedio</b>	<b>3,58</b>
<b>CV (%)</b>	<b>40,01</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.8 Porcentaje de semillas.

Según el análisis estadístico los T1, T3 y T4 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, los T2, T5 y T6 difieren estadísticamente de los T3 y T4, reflejando un C.V. de 32,67; numéricamente el Tratamiento con mayor valor se presenta en el T5 (3,11 %) que es el valor de King verde y el de menor valor en

el T4 (0,41 %) estableciéndose un promedio total de 85 %. Esta variable número de semillas va acorde a las determinadas en la variable número de semillas.

**CUADRO N°20** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Porcentaje de semillas %</b>
1. Valencia V	1,55 a b
2. Valencia M.	2,38 b
3. Tangelo V.	0,57 a
4. Tangelo M.	0,41 a
“5. King V.	3,11 b
“6. King M.	3,10 b
<b>Promedio</b>	<b>1,85</b>
<b>CV (%)</b>	<b>32,67</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.9 Número de semillas.

Según el análisis estadístico los T1, T3 y T4 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, mientras que si difieren estadísticamente con los T2, T5 y T6, reflejando un C.V. de 27,28; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T5 (25,67) que es el valor de King verde no se encontró en la base virtual de artículos científicos redalyc u otra revistas científicas valores sobre número de semillas en esta variedad, ya que es un injerto propio de la zona ecuatorial. En la variedad Valencia el valor más alto se determinó en estado

fisiológico maduro (23 unidades) este valor supera a los de Russian, (2006) quien obtiene un máximo número de semillas de 3,36 para naranja Valencia y 4,59 para naranja Criollo de cultivos establecidos en Venezuela. En la variedad Tangelo los valores coinciden tanto para estado fisiológico maduro como verde (8,33 unidades) promedio, es necesario indicar que esporádicamente unos fruto no presentaban semillas es decir hubieron valores mínimos de 0 y máximos de 25, estos valores superan los promedios obtenidos por Soto, (2002) donde el obtiene un promedio de 15 unidades, e incluso el indica que obtiene rangos de numero de semillas de 0 hacia arriba. Cabe resaltar que a menor cantidad de semillas no es beneficioso para la actividad agrícola ya que limita la propagación por la vía sexual, pero para la actividad agroindustrial facilita en el momento del proceso de obtención de jugo. El valor promedio para esta variable da un total de 17,12 unidades.

**CUADRO N°21** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL NÚMERO DE SEMILLAS REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Número de semillas unid.
1. Valencia V	12,67 a
2. Valencia M.	23,00 b
3. Tangelo V.	8,33 a
4. Tangelo M.	8,33 a
“5. King V.	25,67 b
“6. King M.	25,00 b
<b>Promedio</b>	<b>17,12</b>
<b>CV (%)</b>	<b>27,28</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.1.10 Residuos totales.

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no demuestran diferencia significativa entre ellas en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 16,18; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T4 (143,13 g) que es el valor de Tangelo madura y el de menor en el T1 (95,38 g) Valencia verde, estableciéndose un promedio total de 114,60 g

**CUADRO N°22** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PESO DE LOS RESIDUOS TOTALES REALIZADO A LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Residuos Totales g
1. Valencia V	95,38 a
2. Valencia M.	99,59 a
3. Tangelo V.	125,55 a
4. Tangelo M.	143,13 a
“5. King V.	123,16 a
“6. King M.	100,81 a
<b>Promedio</b>	<b>114,60</b>
<b>CV (%)</b>	<b>16,18</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2 Químicos.

##### 4.2.1 Potencial de hidrogeno.

Según el análisis estadístico los T1, T2, T3, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, el T4 difiere estadísticamente del T1 y T3, reflejando un C.V. de 8,18. Para la variedad Valencia el pH en estado fisiológico maduro es de 4,16 y verde 3,44. Para la variedad Tangelo en estado fisiológico maduro es de 4,57 y verde 3,60 según la norma INEN 437 el rango permitido de pH para jugos de naranja se encuentra en un mínimo 3,0 y máximo 4,0 según los resultados obtenidos el mejor estado fisiológico para la obtención de jugo es verde. En esta variable da un promedio de pH total de 3,99.

**CUADRO N°23 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PH REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>pH</b>
1. Valencia V	3,44 a
2. Valencia M.	4,16 a b
3. Tangelo V.	3,60 a
4. Tangelo M.	4,57 b
“5. King V.	4,10 a b
“6. King M.	4,04 a b
<b>Promedio</b>	<b>3,99</b>
<b>CV (%)</b>	<b>8,18</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.2.2 Solidos solubles totales.**

Según el análisis estadístico los T1, T3, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, los T2 y T4 difieren estadísticamente de los T3 y T5, reflejando un C.V. de 7,04. Para la variedad Valencia el °Brix en estado

fisiológico maduro es 10,90 y verde 9,27. Para la variedad Tangelo en estado fisiológico maduro es de 10,73 y verde 8,73 según la norma INEN 437 el rango permitido de °Brix para jugos es de 10,0 según los resultados obtenidos el mejor estado fisiológico para la obtención de jugo es maduro. En esta variable se estableció un promedio total de °Brix de 9,71.

**CUADRO N°24** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS °BRIX REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	°Brix
1. Valencia V	9,27 a b
2. Valencia M.	10,90 b
3. Tangelo V.	8,73 a
4. Tangelo M.	10,73 b
“5. King V.	8,67 a
“6. King M.	9,97 a b
<b>Promedio</b>	<b>9,71</b>
<b>CV (%)</b>	<b>7,04</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.3 Acidez.

Según el análisis estadístico los T3, T4 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si presentan diferencia estadística con los T1, T2 y T5, reflejando un C.V. de 8,60. Para la variedad Valencia la acidez en estado fisiológico maduro es 0,83 g/ 100 cm<sup>3</sup> y verde 1,44 g/ 100 cm<sup>3</sup>. Estos valores superan los establecidos según la norma INEN 437 quien determina un mínimo de 0,75 g/ 100 cm<sup>3</sup> y un máximo de 1,40 g/ 100 cm<sup>3</sup> Para Tangelo en

estado fisiológico maduro es 0,43 g/ 100 cm<sup>3</sup> y verde 0,53 g/ 100 cm<sup>3</sup> basado en las misma norma INEN 437 esta variedad no supera el mínimo permitido de acidez. En esta variable de acidez se determinó un promedio total de 0,77 g/ 100 cm<sup>3</sup>.

**CUADRO N°25** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE ACIDEZ REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Acidez del jugo g/ 100 cm <sup>3</sup>
1. Valencia V	1,44 c
2. Valencia M.	0,83 b
3. Tangelo V.	0,53 a
4. Tangelo M.	0,43 a
“5. King V.	0,80 b
“6. King M.	0,56 a
<b>Promedio</b>	<b>0,77</b>
<b>CV (%)</b>	<b>8,60</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.4 Índice de Madurez.

Según el análisis estadístico los T2 y T5 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si presentan diferencia estadística con los T1, T3, T4 y T6, reflejando un C.V. de 10,21. La variedad Tangelo maduro tiene el mayor valor de ratio (25,22), mientras que el menor valor de ratio tiene la variedad Valencia verde (6,42). En esta variable de índice de madurez se determinó un promedio total de 14,87 ratio.



**CUADRO N°26** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL CÁLCULO PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	ratio
1. Valencia V	6,42 a
2. Valencia M.	13,13 b c
3. Tangelo V.	16,31 c d
4. Tangelo M.	25,22 e
“5. King V.	11,11 b
“6. King M.	17,74 d
<b>Promedio</b>	<b>14,87</b>
<b>CV (%)</b>	<b>10,21</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.5 Materia seca.

Según el análisis estadístico los T3 y T5 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 0,36; numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de materia seca se presenta en el T4 (9,20%) que es el valor de Tangelo maduro y el de menor valor en el T1 Valencia verde (6,24%) estableciéndose un promedio total de 8,20%.

**CUADRO N°27** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*CITRUS SINENSIS* L.), TANGELO (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Materia Seca %</b>
1. Valencia V	6,24 a
2. Valencia M.	8,46 c
3. Tangelo V.	8,17 b
4. Tangelo M.	9,20 e
“5. King V.	8,23 b
“6. King M.	8,93 d
<b>Promedio</b>	<b>8,20</b>
<b>CV (%)</b>	<b>0,36</b>

“*Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.6 Humedad.

Según el análisis estadístico todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 0,03; numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de humedad se presenta en el T1 (93,75%) que es el valor de Valencia verde y el de menor valor en el T4 Tangelo maduro (90,80%), estableciéndose un promedio total de 91,95%.

**CUADRO N°28** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO		%
1. Valencia V	93,75	f
2. Valencia M.	91,54	c
3. Tangelo V.	91,83	d
4. Tangelo M.	90,80	a
“5. King V.	92,74	e
“6. King M.	91,06	b
<b>Promedio</b>	<b>91,95</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>0,03</b>	

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.7 Cenizas.

Según el análisis estadístico los T1, T4 y T5 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, el T2 difiere estadísticamente de los T3 y T6, reflejando un C.V. de 6,83; numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de cenizas se presenta en el T2 (0,50%) que es el valor de Valencia maduro y el de menor valor en el T3 Tangelo verde (0,24%) estos valores superan a los obtenidos por el instituto Mateo Alemán, (IES 2008) de Madrid-España que en sus investigaciones con naranja Valencia da valores entre 0,24 a 0,48 %; la FAO indica para América Latina en naranja dulce de México y mandarina de Bolivia valores de 0,4 % respectivamente, cercanos al obtenido en la naranja Valencia del cantón Las Naves.

Las cenizas son elementos minerales presentes en el zumo por su alto valor pueden ser un indicativo de la calidad del fruto, por ende este valor se relaciona con la cantidad de Ca, K, Mg, P y Na. Para esta variable se estableció un promedio total de cenizas de 0,34%.

**CUADRO N°29** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE CENIZAS REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*CITRUS SINENSIS* L.), TANGELO (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Cenizas %
1. Valencia V	0,38 c
2. Valencia M.	0,50 d
3. Tangelo V.	0,24 a
4. Tangelo M.	0,31 b c
“5. King V.	0,36 c
“6. King M.	0,26 a b
<b>Promedio</b>	<b>0,34</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,83</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.8 Proteína.

Según el análisis estadístico los T1, T3, T4, T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, el T2 difiere estadísticamente con los demás tratamientos reflejando un C.V. 2,20. Para la variedad Valencia en estado fisiológico maduro presenta 0,86 de proteína y de verde 0,90%. Para la Tangelo maduro y verde 0,95 de proteína respectivamente. Estos resultados superan a los obtenidos por la FAO, (2008) donde obtiene limón ácido de Bolivia (0,52%) y de

naranja dulce de México (0,81%) mandarina de Bolivia 0,70% y pomelo de México 0,60% esto demuestra que los obtenidos en el cantón Las Naves superan los valores de proteína publicados. En esta variable nos da un promedio total de proteína de 0,92 %.

**CUADRO N°30** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR), EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Proteína %</b>
1. Valencia V	0,90 a b
2. Valencia M.	0,86 a
3. Tangelo V.	0,95 b
4. Tangelo M.	0,95 b
“5. King V.	0,95 b
“6. King M.	0,93 b
<b>Promedio</b>	<b>0,92</b>
<b>CV (%)</b>	<b>2,20</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.2.9 Extracto Etéreo.**

Según el análisis estadístico todos los tratamientos no demuestran diferencia significativa entre ellas en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 74,46; numéricamente el tratamiento con mayor valor se presenta en el T5 (0,23 %) que es el valor de King verde y los de menor valor en los T3 y T6 cada uno con (0,10 %) estableciéndose un promedio total de 0,13 %.

**CUADRO N°31** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETÉREO REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Extracto etéreo %</b>
1. Valencia V	0,11 a
2. Valencia M.	0,11 a
3. Tangelo V.	0,10 a
4. Tangelo M.	0,12 a
“5. King V.	0,23 a
“6. King M.	0,10 a
<b>Promedio</b>	<b>0,13</b>
<b>CV (%)</b>	<b>74,46</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### **4.2.10 Extracto Libre de Nitrógeno.**

Según el análisis estadístico todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 0,31; numéricamente el tratamiento con mayor porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno se presenta en el T4 (7,80%) que es el valor de Tangelo maduro y el de menor valor en el T1 Valencia verde (4,84%) estableciéndose un promedio total de 6,65%.

**CUADRO N°32** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

		TRATAMIENTO	Extracto libre de Nitrógeno %
<b>4.2.11 Energía Bruta.</b>		1. Valencia V	4,84 a
		2. Valencia M.	6,92 d
		3. Tangelo V.	6,83 c
		4. Tangelo M.	7,80 f
		“5. King V.	5,88 b
		“6. King M.	7,63 e
		<b>Promedio</b>	<b>6,65</b>
Según el análisis estadístico	los	<b>CV (%)</b>	<b>0,31</b>
		“Tratamientos Testigos Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) Fuente: Hallo, 2013.	

T2 y T3 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 0,08; numéricamente el tratamiento con mayor kilocalorías se presenta en el T4 (38,23 kcal) que es el valor de Tangelo maduro y el de menor valor en el T1 (25,86 kcal) estableciéndose un promedio total de 33,31 kcal.

**CUADRO N°33** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LAS KILOCALORÍAS REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR)

EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Kcal
1. Valencia V	25,86 a
2. Valencia M.	34,25 c
3. Tangelo V.	34,23 c
4. Tangelo M.	38,23 e
“5. King V.	30,06 b
“6. King M.	37,23 d
<b>Promedio</b>	<b>33,31</b>
<b>CV (%)</b>	<b>0,08</b>

“Tratamientos Testigos  
 Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )  
 Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.12 Vitamina C.

Según el análisis estadístico todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 0,87. Para la variedad Valencia en estado fisiológico verde presenta (360,0 mg/L) de vitamina C y para maduro (568,33 mg/L) para la Tangelo verde (252,67 mg/L) y maduro (240,0 mg/L); en los resultados obtenidos solo la Valencia maduro superan a los resultados obtenidos por Hours *et al*, (2005) quien en su investigación realizado en Argentina obtiene 534,9 mg/L, los valores de Valencia verde, Tangelo y King no superan a los obtenidos por el autor mencionado. En esta variable se obtuvo un promedio total de 290,06 mg/L.

**CUADRO N°34** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA CANTIDAD DE VITAMINA C REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA VARIEDAD, VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR)

EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Vitamina C mg/L
1. Valencia V	360,00 e
2. Valencia M.	568,33 f
3. Tangelo V.	252,67 d
4. Tangelo M.	240,00 c
“5. King V.	207,67 b
“6. King M.	111,67 a
<b>Promedio</b>	<b>290,06</b>
<b>CV (%)</b>	<b>0,87</b>

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.13 Azúcares totales.

Según el análisis estadístico todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, reflejando un C.V. de 0,32. En la variedad Valencia en estado fisiológico verde presenta (3,57 g/100ml) y para maduro (4,95 g/100ml); para la Tangelo verde (2,52 g/100ml) y maduro (5,71 g/100ml) solo la variedad King maduro (14,51 g/100ml) supera los valores obtenidos por Hours *et al.* (2005) quien obtiene (7,89 g/100ml), la King verde, Valencia y Tangelo son valores inferiores a los publicados por el autor en discusión. Para esta variable se obtuvo un promedio total de 6,40 g/100ml.

**CUADRO N°35** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA CANTIDAD DE AZÚCARES TOTALES REALIZADO AL JUGO DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus*

*nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENTO	Azúcares totales g/100ml
1. Valencia V	3,57 b
2. Valencia M.	4,95 c
3. Tangelo V.	2,52 a
4. Tangelo M.	5,71 d
“5. King V.	7,12 e
“6. King M.	14,51 f
<b>Promedio</b>	<b>6,40</b>
<b>CV (%)</b>	<b>0,32</b>

*“Tratamientos Testigos*

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

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.2.15 Macro-elementos principales.

Según el análisis estadístico en calcio (Ca) los T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 0,67; esta variable se estableció un promedio total de 8,47 mg/100ml. En fosforo (P) los T1 y T3 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 0,34; en esta variable se obtiene un promedio total de 74,89 mg/100ml. Los valores obtenidos en magnesio (Mg) reflejan en T5 y T6 que no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 1,16; se registró un promedio total de 19,01 mg/100ml; en potasio (K) los T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, sin embargo si difieren estadísticamente de los demás tratamientos, reflejando un C.V. de 0,51; esta variable se obtuvo un promedio total de 13,44 mg/100ml; la presencia de sodio (Na) en T5 y T6 no difieren estadísticamente entre sí en el análisis de varianza, así como los T1 y T4, pero si

difieren con los T2 y T3, reflejando un C.V. de 11,71; en esta variable se obtuvo un promedio de 1,77 mg/100ml; numéricamente los valores para la naranja variedad Valencia se presenta una disminución de los macro-elementos desde el estado verde a maduro, es decir: Ca (12,80 a 10,50 mg/100ml), P (89,41 a 87,63mg/100ml), K (21,22 a 19,84mg/100ml) y Na (3,50 a 2,43mg/100ml); mientras que Mg es el único macro-elemento que presenta un incremento (de 19,44 a 26,09mg/100ml); para el cítrico variedad Tangelo se presenta un incremento que va desde el estado verde a maduro, en los macro-elementos: P (de 89,30a 170,18 mg/100ml), Mg (de 29,34 a 38,30 mg/100ml), K (de 17,63 a 18,29mg/100ml) y Na (de 1,33 a 3,43mg/100ml); por otro lado el Ca es el único macro-elemento que decrece (15,32 a 11,83mg/100ml); para el testigo naranja-mandarina variedad King se presente un incremento de los macro-elementos que va desde el estado verde a maduro: Ca (de 0,14 a 0,20 mg/100ml), P (de 3,35 a 9,47mg/100ml) y K (de 1,83 a 1,84mg/100ml); los macro-elementos Mg y Na son los que presentan una ligera disminución, es decir (0,45 a 0,44mg/100ml) y (0,06 a 0,04mg/100ml) respectivamente. Respecto a los resultados , comparados con los obtenidos por el instituto Mateo Alemán (IES 2008) de Madrid-España determinan que el P (7,65 – 18,87mg/100ml) estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación en todas las variedades y estadios de maduración; así mismo el K (94,95 – 200,05mg/100ml) estos contrastan con los obtenidos en esta investigación ya que son superiores, por otro lado según las investigaciones obtenidas por (IES, 2008) obtiene valores mínimos y máximos para Na (2,05 – 11,05mg/100ml); estos valores se encuentran cercanos a los mínimos obtenidos por ellos, ya que el máximo de Na en naranja Valencia (3,50 mg/100ml) y Tangelo maduro (3,43 mg/100ml) excepto la variedad Tangelo verde (1,13mg/100ml) que está por debajo del autor español mencionado.

Según Elmadfa, (1998) en sus investigaciones realizadas en la composición química presente en alimentos frescos, obtiene los siguientes valores en jugo de cítricos: Ca (42mg/100ml) y K (200,0mg/100ml) los cuales superan a los obtenidos en esta investigación, P (22mg/100ml) y Na (1,0mg/100ml) estos

valores son inferiores a los obtenidos en esta investigación. Los valores obtenidos en el testigo naranja-mandarina variedad King no superan a todos los obtenidos por el (IES 2008) y Elmadfa *et al*, (1998).

**CUADRO N°36** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS PRINCIPALES MACRO-ELEMENTOS DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

TRATAMIENT	Ca		P		Mg		K		Na	
	mg/100ml		mg/100ml		mg/100ml		mg/100ml		mg/100ml	
1. Valencia V	12,80	d	89,41	d	19,44	b	21,22	e	3,50	d
2. Valencia M.	10,50	b	87,63	c	26,09	c	19,84	d	2,43	c
3. Tangelo V.	15,32	e	89,30	d	29,34	d	17,63	b	1,13	b
4. Tangelo M.	11,83	c	170,18	e	38,30	e	18,29	c	3,43	d
“5. King V.	0,14	a	3,35	a	0,45	a	1,83	a	0,06	a
“6. King M.	0,20	a	9,47	b	0,44	a	1,84	a	0,04	a
<b>Prom</b>	<b>8,47</b>		<b>74,89</b>		<b>19,01</b>		<b>13,44</b>		<b>1,77</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>0,67</b>		<b>0,34</b>		<b>1,16</b>		<b>0,51</b>		<b>11,71</b>	

“Tratamientos Testigos

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

Fuente: Hallo, 2013.

### 4.3 Cromatográficos.

**CUADRO N°37** COMPUESTOS VOLÁTILES PRESENTES EN EL AE DE NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES”, DETERMINADOS POR MEDIO

N°	Nar.	V. V.	V. M.	Pom.	Man.	T. V.	T. M.	K. V.	K. M.	Compuestos en dos estados de madurez	Fórmula	Tipo de Terpeno
1	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	heptanal	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	Hidrocarburo Ox.
2	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0,1	0,1	-	-	alfa tuyenol	-	-
3	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,4	alfa pineno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
4	0,1	Tr	Tr	0,3	Tr	0,4	0,3	Tr	Tr	beta pineno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	sabineno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
6	2	1,8	1,9	2	2	1,7	1,7	1,9	1,8	mirreno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
7	Tr	alfa felandreno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno								
8	94,7	92,1	93,3	93,7	92,4	85	88	93,1	95,2	limoneno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	1,8-cineol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
10	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr	0,4	0,1	Tr	Tr	Trans-beta ocimeno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
11	0,3	Tr	Tr	0,3	2,6	3,4	3,2	Tr	0,1	gamma terpineno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
12	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	1,3	0,5	Tr	0,1	para cimeno	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	Mono terpeno
13	-	-	-	0,3	-	-	-	Tr	0,2	Octanal	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	Hidrocarburo Ox.
14	0,2	0,5	0,6	0,1	0,2	0,4	0,3	Tr	-	terpinoleno	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mono terpeno
15	-	0,1	0,1	-	-	-	-	Tr	Tr	nonanal	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	Hidrocarburo Ox.
16	Tr	Tr	Tr	-	-	-	-	Tr	Tr	acetato octilo	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	Hidrocarburo Ox.
17	Tr	0,1	0,1	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	oxilimoneno cis	-	-
18	Tr	0,1	Tr	oxilimoneno Trans	-	-						
19	-	-	-	Tr	Tr	Tr	Tr	-	-	cis hidrato sabineno	-	-
20	Tr	0,1	Tr	Tr	Tr	0,1	0,1	Tr	0,1	ciTronelal	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	Mono terpeno Ox.
21	0,2	0,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	Decanal	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	Hidrocarburo Ox.
22	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	mentona	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	Mono terpeno Ox.
23	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	isomentona	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
24	Tr	0,1	Tr	0,1	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	alfa copaeno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Sesquiterpeno
25	0,3	0,9	0,6	0,1	0,1	2,2	0,7	0,1	0,1	Linalol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
26	-	-	-	Tr	Tr	Tr	Tr	-	-	Trans hidrato sabineno	-	-
27	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	timol metil éter	-	-
28	-	-	-	-	-	Tr	Tr	-	-	terpinen-4-ol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
29	-	Tr	Tr	0,2	Tr	Tr	0,1	-	-	beta cariofileno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Sesquiterpeno
30	0,1	Tr	Tr	-	-	-	-	0,3	Tr	Octanol	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>1</sub>	Hidrocarburo Ox.
31	Tr	0,1	Tr	Trans p-menta-2,8-dien-1-ol	-	-						
32	-	-	-	-	-	0,1	Tr	-	-	cis beta farneseno	-	-
33	-	-	-	Tr	-	Tr	Tr	-	-	alfa humuleno	-	-
34	Tr	-	-	-	-	-	-	Tr	Tr	acetato ciTronellilo	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	Mono terpeno Ox.
35	0,1	0,2	0,1	0,1	Tr	0,2	0,1	1,3	0,1	alfa terpineol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
36	Tr	0,1	0,1	-	-	Tr	Tr	Tr	0,1	dodecanal	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O	Hidrocarburo Ox.
37	-	Tr	Tr	0,1	-	0,2	0,1	-	-	germacreno D	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Sesquiterpeno
38	-	0	Tr	-	0,1	Tr	0,2	-	-	valenceno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Sesquiterpeno
39	-	0,2	0,1	-	-	0,1	Tr	-	-	Neral	-	-
40	-	-	-	Tr	Tr	Tr	Tr	-	-	acetato nerilo	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	Mono terpeno Ox.
41	-	0,2	0,1	0,1	-	0,1	Tr	-	-	geranial	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	Mono terpeno Ox.
42	Tr	0,1	0,1	Tr	0,1	Tr	Tr	Tr	Tr	Carvona	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	Mono terpeno Ox.
43	Tr	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	E,E, alfa farneseno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	Sesquiterpeno
44	Tr	-	-	-	-	-	-	0,1	Tr	decanol	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O	Mono terpeno Ox.
45	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	undecanal	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	Mono terpeno Ox.
46	Tr	Tr	Tr	0,1	-	0,1	Tr	Tr	Tr	delta cadineno	-	-
47	Tr	-	-	-	0,2	0	Tr	Tr	Tr	acetato geranilo	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	Mono terpeno Ox.
48	Tr	-	-	-	-	Tr	Tr	Tr	0,1	ciTronolol	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	Mono terpeno Ox.
49	-	Tr	Tr	-	-	0,1	Tr	-	-	aldehido perilla	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	Mono terpeno Ox.
50	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	E carveol	-	-
51	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	germacreno B	-	-
52	-	-	-	-	-	0	0,1	-	-	oxicariofileno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	Sesquiterpeno Ox.
53	-	-	-	-	0,2	0	Tr	-	-	anTranilato de dimetilo	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	0	0,1	timol	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	Mono terpeno Ox.
55	-	-	-	-	-	0,4	0,1	-	-	carvacrol	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	Mono terpeno Ox.
56	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	beta sinensal	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	Sesquiterpeno Ox.
57	-	0,1	Tr	-	-	-	-	-	-	alfa sinensal	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	Sesquiterpeno Ox.
58	-	-	-	-	-	0,2	Tr	-	-	beta sinensal	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	Sesquiterpeno Ox.
59	Tr	-	-	-	-	0,0	Tr	-	-	nootketona	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O	Sesquiterpeno Ox.
<b>Total</b>	<b>99,3</b>	<b>98,8</b>	<b>98,9</b>	<b>99,4</b>	<b>99,2</b>	<b>98,1</b>	<b>96,9</b>	<b>97,9</b>	<b>99,1</b>			

Tr= Valores inferiores entre 0,1 y 0,05 son considerados como Traza - (-)= No se encontró estos compuestos en el AE - Hidrocarburo Ox.= Hidrocarburo Oxigenado - Mono terpeno Ox.= Mono terpeno Oxigenado - Sesquiterpeno Ox.= Sesquiterpeno Oxigenado - V. V.: Valencia verde - V. V.: Valencia maduro - T. V.: Tangelo verde - T. M.: Tangelo maduro - K. V.: King verde - K. M.: King maduro - Nar.: Naranja - Pom.: Pomelo - Man.: Mandarina

Fuente: Hallo, 2013.

## DE CROMATOGRAFÍA DE GAS.

### **4.3.1 Estudio por Cromatografía de gas acoplado a masa.**

#### **4.3.1.1 Compuestos volátiles mayoritarios.**

Se manifiesta en los resultados cromatográficos la predominancia del mono-terpeno Limoneno, presentándose la mayor cantidad en Valencia maduro (93,30%); en relación a los testigos solo le supera el King maduro (95,20%) y en relación a los patrones solo la naranja supera este valor (94,70%); por otro lado la de menor cantidad de limoneno se manifiesta en la Tangelo verde (85,00%); en relación a las demás variedades, patrones y testigos. En segundo lugar existe la presencia del mono terpeno Mirceno, encontrándose la mayor cantidad en Valencia maduro y King verde ambos con un valor de (1,90%) relacionándolo con los patrones naranja, pomelo y mandarina, no logra superarlos ya que cada uno posee (2%), por otro lado la de menor cantidad se encuentra en las Tangelo verde y madura (1,70%). En tercer lugar se encuentra la presencia del mono terpeno oxigenado Linalol, encontrándose la mayor cantidad en la Tangelo verde (2,20%) que supera a la variedad Valencia igualmente que a los testigos y patrones. En cuarto lugar tenemos la presencia del mono terpeno  $\gamma$ -terpineno encontrando un mayor valor en la Tangelo verde (3,40%) superando a la Tangelo madura, también variedad Valencia, testigos y patrones. En quinto lugar encontramos al mono terpeno para-cimeno encontrando un mayor valor en la Tangelo verde (1,30%) lo cual supera a la Tangelo madura, Valencia, patrones y testigos King maduro (0,1%) y King verde (Tr). En sexto lugar encontramos al mono terpeno oxigenado  $\alpha$ -terpineol encontrando un mayor valor en el testigo King verde (1,30%) esto supera al testigo King madura, también a las variedades Valencia y Tangelo, así también a los patrones naranja, pomelo cada uno con (0,1%) y mandarina (Tr).

**CUADRO N°38** COMPUESTOS VOLÁTILES MAYORITARIOS PRESENTES EN EL ACEITE ESENCIAL DE CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.) Y TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

Compuesto	Aceite esencial de análisis				Testigos		Patrones			Fórmula	Terpeno
	V. V	V. M.	T. V.	T. M.	K. V.	K. M.	Nar.	Pom.	Man.		
<b>Limoneno</b>	92,1	93,3	85,0	88,0	93,1	95,2	94,7	93,7	92,4	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mo
<b>Mirceno</b>	1,8	1,9	1,7	1,7	1,9	1,8	2,0	2,0	2,0	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mo
<b>Linalol</b>	0,9	0,6	2,2	0,7	*0,1	*0,1	0,3	*0,1	*0,1	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	MoOx.
<b>γ-terpineno</b>	*Tr	*Tr	3,4	3,2	*Tr	*0,1	0,3	0,3	2,6	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	Mo
<b>Para cimeno</b>	0,4	*0,1	1,3	0,5	*Tr	*0,1	*0,1	*0,1	0,2	C <sub>10</sub> H <sub>17</sub>	Mo
<b>α-terpineol</b>	0,2	*0,1	0,2	*0,1	1,3	*0,1	*0,1	*0,1	*Tr	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	MoOx.

\*No son considerados estos valores como compuestos mayoritarios pero si para comparación de porcentaje

V. V.: Valencia verde - V. V.: Valencia maduro - T. V.: Tangelo verde - T. M.: Tangelo maduro - K. V.: King verde - K. M.: King maduro - Nar.: Naranja - Pom.:

Pomelo - Man.: Mandarina – Mo.: Mono terpeno MoOx: Mono terpeno oxigenado

Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.3.1.1.1 Influencia del estado de madurez con el porcentaje de compuestos mayoritarios en el aceite esencial.

Analizando los siete principales compuestos volátiles presentes en el AE de estudio de cada variedad y de diferente estado de madurez, el limoneno presenta la característica de que a medida que aumenta su estado fisiológico a maduro, su porcentaje de presencia se eleva así como lo demuestra V.V de (92,1%) a V.M (93,3); siendo más notorio el incremento en T.V. de (85.0%) a T.M. (88,0). El mirceno cuando llega al estado de madurez fisiológico maduro se incrementa levemente en V.V. de (1,8%) a V.M. (1,9%) en cambio en la variedad T.V y T.M se

mantienen ambos valores en (1,7%); el linalol a medida que avanza su estado de madurez fisiológica se produce un decrecimiento como se demuestra en V.V de (0,9%) a V.M. (0,6%) este decrecimiento se expresa más en la variedad T.V de (2,2%) a T.M (0,7%); los valores de  $\gamma$ -terpineno en V.V y V.M fueron considerados como trazas, en cambio en T.V. existe un decrecimiento a medida que el estado de madurez llega a maduro de (3,4%) a T.M (3,2%); el para-cimeno a medida que avanza su madures fisiológica, se observa un decrecimiento en V.V (0,4%) a V.M (Tr) así también se evidencia en la T.V de (1,3%) a T.M (0,5%); el  $\alpha$ -terpineol se observa a medida que avanza su estado de madurez fisiológica un decrecimiento en V.V de (0,2%) a V.M (Tr) de la misma manera para T.V y T.M. Según Duran, (2010) en sus trabajos de 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, 90,5 hasta 49,3, igualmente el monoterpeno Mireceno incrementa su porcentaje de 0,23 - 0,3 hasta 0,33 %, incluso demuestra que esta variación de porcentajes a diversas condiciones en el suelo y manejo agronómico.

#### **4.3.1.2 Porcentaje de terpenos.**

Entre todos los porcentajes de terpenos, los monoterpenos fueron los de mayor calidad principalmente en la variedad Valencia verde (98,3%) y maduro (95,8%); seguido por la variedad Tangelo verde (96,9%) y maduro (93,5%); mientras que en el testigo King en estado verde tiene un (95,5%) siendo el de menor valor comparando con las variedades Valencia y Tangelo; por otro lado en estado maduro el testigo King con (97,7%) supera a las demás variedades.

Los monoterpenos oxigenados fueron registrados con mayor valor en el testigo King verde con (1,8%) superando a las variedades Valencia (0,7) y Tangelo (1,2%) en estado verde, mientras que en estado maduro el testigo King es el de

menor valor (0,8%) ya que la variedad Tangelo registra el mayor valor (3,3%) seguido por la variedad Valencia (1,9%).

Por otro lado los hidrocarburos oxigenados muestra un mayor porcentaje en la variedad Valencia verde (0,7%) y se mantiene en estado maduro (0,7%) seguido por el testigo King verde (0,5%) y maduro (0,6%), mientras que la variedad Tangelo verde (0,3%) y maduro (0,3%) tiene el menor porcentaje en comparación con la variedad Valencia y testigo King.

En los sesquiterpenos tenemos en Tangelo maduro (0,2%) superando así a la variedad Valencia (0,1%) y testigo King (0,1%) mientras que en estado verde el testigo King tiene un (0,1%) mientras que en las demás variedades no están presentes.

Por otro lado los sesquiterpenos oxigenados las variedades Valencia y Tangelo maduro muestran un valor de (0,1%) y es testigo King maduro no refleja valores al igual que en estado verde; así también las variedades Valencia y Tangelo.

**CUADRO N°39** CANTIDAD RELATIVA (%) DE HIDROCARBUROS OXIGENADOS, MONOTERPENOS, COMPUESTOS OXIGENADOS Y SESQUITERPENOS, PRESENTES EN EL AE DE CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.) Y TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y EL TESTIGO NARANJA-MANDARINA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, DETERMINADOS POR MEDIO DE CROMATOGRAFÍA DE GAS PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

Cítricos	Hidrocarburos oxi.		Monoterpenos		Monoterpenos oxi.		Sesquiterpenos		Sesquiterpenos oxi.	
	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.
Valencia	0,7	0,7	98,3	95,8	0,7	1,9	-	0,1	-	0,1

<b>Tangelo</b>	0,3	0,3	96,9	93,5	1,2	3,3	-	0,2	-	0,1
<b>“King</b>	0,5	0,6	95,5	97,7	1,8	0,8	0,1	0,1	-	-

Oxi: Oxigenago - V: Verde – M: Maduro; (-): no presentes  
Fuente: Hallo, 2013.

#### 4.3.1.3 Rendimiento del aceite esencial.

Para la variedad Valencia de estado fisiológico maduro, en 30 frutos estudiados; se extrajo un máximo de aceite esencial de 3,5 ml y en Valencia maduro se registró 1,5 ml; para Tangelo verde se registró un rendimiento de 1,8 ml; mientras que en Tangelo maduro se registró un rendimiento de 1,5ml; por último el testigo la naranja-mandarina King en estado fisiológico verde registro un rendimiento máximo de 6,4 ml y un mínimo en Tangelo maduro de 5,9 ml; estos valores superan a los obtenidos en Valencia y Tangelo.

#### CUADRO N°40 RENDIMIENTO DEL AE DE LOS CÍTRICOS NARANJA, VARIEDAD VALENCIA (*Citrus sinensis* L.), TANGELO (*Citrus paradisi x citrus reticulata*) Y TESTIGO NARANJA-M

Variedad	Estado fisiológico	
	Verde	Maduro
Valencia	3,5	1,5
Tangelo	1,8	1,0
“King	6,4	5,9

A Testigos

R

INA VARIEDAD KING (*Citrus nobilis* LOUR) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ, OBTENIDOS POR EL MÉTODO DE EXPRESIÓN PROCEDENTE DEL CANTÓN “LAS NAVES” 2013.

---

Fuente: Hallo, 2013.

## **CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. Conclusiones.

- **Parámetros físicos.**

Según los parámetros físicos establecidos, se determinan las siguientes características: variedad Valencia tiene en su diámetro ecuatorial verde 7,18cm y maduro 7,13cm; diámetro polar verde 6,66cm y maduro 6,73cm; relación polar/ecuatorial verde 0,93 y maduro 0,94; peso unitario verde 190,78g y maduro 197,45g; volumen del fruto verde 192,29cm<sup>3</sup> y maduro 202,37cm<sup>3</sup>; densidad del fruto verde 1,00g/ml y maduro 0,98g/ml; volumen de jugo verde 95,40ml y maduro 97,87ml; rendimiento de jugo 50,50% y maduro 49,62%; peso de semillas verde 2,97g y maduro 4,73g; porcentaje de semillas verde 1,55% y maduro 2,38%; número de semillas verde 12,67unidad y maduro 23unidad; residuos totales 95,38g y maduro 99,59g. Tiene una forma globosa casi esférica clasificación *Round*.

Variedad Tangelo tiene en su diámetro ecuatorial verde 7,60cm y maduro 7,83cm; diámetro polar verde 7,76cm y maduro 7,52cm; relación polar/ecuatorial verde 1,02 y maduro 0,96; peso unitario verde 241,04g y maduro 260,80g; volumen del fruto verde 239,93cm<sup>3</sup> y maduro 261,41cm<sup>3</sup>; densidad del fruto verde 1,00g/ml y maduro 1,00g/ml; volumen de jugo verde 115,50ml y maduro 117,67ml; rendimiento de jugo 47,39% y maduro 45,02%; peso de semillas verde 1,39g y maduro 1,08g; porcentaje de semillas verde 0,57% y maduro 0,41%; número de semillas verde 8,33unidad y maduro 8,33unidad; residuos totales 125,55g y maduro 143,13g. Tiene una forma ovalada con un pezón en el pedúnculo clasificado como *Oblong a Ovate*.

El testigo King tiene en su diámetro ecuatorial verde 7,02cm y maduro 7,53cm; diámetro polar verde 5,77cm y maduro 5,87cm; relación polar/ecuatorial verde 0,82 y maduro 0,78; peso unitario verde 169,29g y maduro 196,33g; volumen del fruto verde 171,38cm<sup>3</sup> y maduro 198,74cm<sup>3</sup>;

densidad del fruto verde 0,99g/ml y maduro 1,00g/ml; volumen de jugo verde 68,48ml y maduro 73,17ml; rendimiento de jugo 40,87% y maduro 38,18%; peso de semillas verde 5,21g y maduro 6,09g; porcentaje de semillas verde 3,11% y maduro 3,10%; número de semillas verde 25,67unid y maduro 25,00unid; residuos totales 123,16g y maduro 100,81g. Tiene un achatamiento en sus polos y se clasifica en *Oblate*.

Con las presentes conclusiones físicas se acepta la hipótesis alternativa.

- **Parámetros químicos.**

Según los parámetros químicos establecidos, se determinan las siguientes características: variedad Valencia tiene un pH verde 3,44 y maduro 4,16; °Brix verde 9,27 y maduro 10,90; acidez verde 1,44 y maduro 0,83; índice de madurez verde 6,42 y maduro 13,13; materia seca verde 6,24% y maduro 8,46%; humedad verde 93,75% y maduro 91,54%; cenizas verde 0,38% y maduro 0,50; proteína verde 0,90% y maduro 0,86%; extracto etéreo verde 0,11% y maduro 0,11%; extracto libre de nitrógeno verde 4,84% y maduro 6,92%; energía bruta verde 25,86kcal y maduro 34,25kcal; vitamina C verde 360,00mg/L y maduro 568,33mg/L; azúcares totales verde 3,57 g/100ml y maduro 4,95g/100ml; macro-elementos principales verde Ca 12,80mg/100ml y maduro 10,50mg/100ml; P verde 89,41mg/100ml y maduro 87,63mg/100ml; Mg verde 19,44mg/100ml y maduro 26,09mg/100ml; K verde 21,22mg/100ml y maduro 19,84mg/100ml; Na verde 3,50mg/100ml y maduro 2,43mg/100ml.

Variedad Tangelo tiene un pH verde 3,60 y maduro 4,57; °Brix verde 8,73 y maduro 10,73; acidez verde 0,53 y maduro 0,43; índice de madurez verde 16,31 y maduro 25,22; materia seca verde 8,17% y maduro 9,20%; humedad verde 91,83% y maduro 90,80%; cenizas verde 0,24% y maduro 0,31; proteína verde 0,95% y maduro 0,95%; extracto etéreo verde 0,10% y maduro

0,11%; extracto libre de nitrógeno verde 6,83% y maduro 7,80%; energía bruta verde 34,23kcal y maduro 38,23kcal; vitamina C verde 252,67mg/L y maduro 240,00mg/L; azúcares totales verde 2,52g/100ml y maduro 5,71g/100ml; macro-elementos principales verde Ca 15,32mg/100ml y maduro 11,83mg/100ml; P verde 89,30mg/100ml y maduro 170,18mg/100ml; Mg verde 29,34mg/100ml y maduro 38,30mg/100ml; K verde 17,63mg/100ml y maduro 18,29mg/100ml; Na verde 1,13mg/100ml y maduro 3,43mg/100ml.

El testigo King tiene un pH verde 4,10 y maduro 4,04; °Brix verde 8,67 y maduro 9,97; acidez verde 0,80 y maduro 0,56; índice de madurez verde 11,11 y maduro 17,74; materia seca verde 8,23% y maduro 8,93%; humedad verde 92,74% y maduro 91,06%; cenizas verde 0,36% y maduro 0,26; proteína verde 0,95% y maduro 0,93%; extracto etéreo verde 0,23% y maduro 0,10%; extracto libre de nitrógeno verde 5,88% y maduro 7,63%; energía bruta verde 30,06kcal y maduro 37,23kcal; vitamina C verde 207,67mg/L y maduro 111,67mg/L; azúcares totales verde 7,12g/100ml y maduro 14,51g/100ml; macro-elementos principales verde Ca 0,14mg/100ml y maduro 0,20mg/100ml; P verde 3,35mg/100ml y maduro 9,47mg/100ml; Mg verde 0,45mg/100ml y maduro 0,44mg/100ml; K verde 1,83mg/100ml y maduro 1,84mg/100ml; Na verde 0,06mg/100ml y maduro 0,04mg/100ml.

Con las presentes conclusiones químicas, se acepta la hipótesis alternativa.

- **Parámetros cromatográficos.**

Según los parámetros cromatográficos establecidos, se determina que en la variedad Valencia, Tangelo y el testigo King, al pasar del estado verde a maduro la cantidad de Limoneno se incrementa levemente de verde 92,1% a maduro 93,3%, mientras que en mirceno solo se incrementa en la variedad Valencia verde 1,8% a maduro 1,9%, ya que en la variedad Tangelo se

mantiene en 1,7% y superan al testigo King que disminuye verde 1,9% a maduro 1,8%. El linalol disminuye levemente en la variedad Valencia verde 0,9% a maduro 0,6% y Tangelo verde 2,2% a maduro 0,7%; superando al testigo King en el cual aparecen trazas. En la variedad Tangelo el  $\gamma$ -terpineno disminuye levemente verde 3,4% a maduro 3,2%, superando a la variedad Valencia y al testigo King en el que solo contienen trazas. En las variedades Valencia verde 0,4% a maduro 0,1% y Tangelo verde 1,3% a maduro 0,5% el para-cimeno disminuye levemente superando al testigo King que solo contiene trazas. Mientras que en  $\alpha$ -terpineol las variedades Valencia verde 0,2% a maduro 0,1%, Tangelo verde 0,2% a maduro 0,1% y el testigo King verde 1,3% a maduro tr; registran una leve disminución. En el rendimiento de AE las variedades Valencia, Tangelo y el testigo King registraron una disminución al pasar del estado verde a maduro.

Se acepta la hipótesis alternativa.

## 5.1 Recomendaciones

- Realizar más estudios acerca de las características físicas, químicas y nutricionales de los cítricos en otras zonas, para así estandarizar la calidad del fruto.
- Investigar el manejo pos cosecha de los cultivares cítricos, para determinar índice de cosecha, debido a que se desconoce el momento óptimo de recolección.
- Dar nuevas alternativas de aprovechamiento para el sector agroindustrial, ya que además de venderse el fruto en fresco, se puede industrializar el jugo, también obtener néctar, mermelada, jaleas, pectina de la cascara, aceite esencial, etc. De esta manera aprovechar el fruto en especial en temporada alta.
- Aprovechar el fruto en estado verde ya que se obtiene un mayor rendimiento en jugo y aceite esencial.

## **CAPITULO VI - BIBLIOGRAFIA**

## 6. Literatura Citada.

- Ablin, A. 2012. El mercado del jugo concentrado de naranja. Alimentos Argentinos.
- Alsina, D. 2012. Propiedades fisicoquímicas de naranjas cultivadas en la zona centro-este de la provincia de Santa Fe. Argentina.
- AOAC. 1990. Oficial methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlinton, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Araujo M., Valencia C. 2002. "Extracción y estudio de los aceites esenciales del limón (*Citrus limonun*) y naranja (*Citrus cinensis*)." Tesis de grado. FCIAL – UTA. Ambato \_Ecuador.
- Argyropoulou, C., Daferera, D., Tarantilis, P., Fasseas, C., and Polissiou, M. 2007. Chemical composition of the essential oil from leaves of *Lippia citriodora* H.B.K. (Verbenaceae) at two developmental stages, *Biochemical Systematics and Ecology*.
- Arpaia, M. and Kader, A. 1999. Produce Facts: mandarin-tangerine; recommendations for maintaining postharvest. Davis: University of California, Postharvest Technology Research and Information Center.
- Augustí, M. 2003. Citricultura. Segunda Edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.

- Avilan, L., Rengifo, C. 1988. Los Cítricos. Editorial América CA. I Edición, Colombia.
- Bandoni, A. 2003. Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica.
- Braverman, J. 2010, Introducción a la bioquímica de los alimentos. Traducción por Pérez B. y Burgos J. 3ra. Ed. Barcelona ed. Omega.
- Casabianca, H., Graff, J.; Faugier, V., Fleig, F., Grenier, C. 1997. Enantiomeric distribution studies of linalool and linalyl acetate. A powerful tool for authenticity control of essential oils.
- Ceballos, D. 2010. Evaluación del manejo pos-cosecha en el proceso agroindustrial de la hacienda Trigueros y capitanes dedicada a la actividad de cítricos. Municipio de Girón Santander. Colombia.
- Corporación Universitaria Lasallista. 2012. Cítricos: Cultivo, Post-cosecha e Industrialización. Caldas, Colombia.
- Comisión Veracruzana De Comercialización Agropecuaria COVECA. 2011. Monografía de la Naranja. Veracruz, México.
- Davies, F., Albrigo, L. 1994 Citrus, C. A. B. Internacional. Great Britain.
- Duran, R., Luz, A., Montes, C., Pelaez, C. 2010. Aceite esencial obtenido de cascaras de naranja en diferentes estados de madurez de dos cultivos en el municipio de Chimichagua, Colombia.
- Elmadfa, I., AIGN, W., Muskat, E., Friezche, D., Cremer, H. 1998. La Gran Guía de la Composición de los Alimentos. Barcelona, España.

- FAO. 2007. The State of food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bruneton, J. 2001. Farmacognosia. Fotoquímica Plantas Medicinales. 2th edición. Zaragoza, España.
- FOMESA. 2007. Factores de Calidad. Valencia, España.
- Fowler, F. 1998. Occupational dermatology, Current Problems in Dermatology.
- Fundación De Desarrollo Agropecuario. 1992. Cultivo de cítricos. Boletín técnico N°10. República Dominicana.
- García, J. 1994. “El minador de los cítricos, *Phyllocnistis Citrella* stnt. Hoja divulgativa”.
- Gould, W. 1988. Hot water/cold storage quarantine treatment for grapefruit infested with de Caribbean fruit fly.
- Haro, L. 1969. El aceite esencial del limón mexicano. Tesis Universidad Autónoma de México.
- Han Yen-Chih. Chu lu 1923. Monography on the Citrus from WEM-Chuu, Chekiang Trans. Hagerty, M. J.
- Heredia, A. 2008. Estudio Agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la Cadena de Valor y Perspectivas de Mercado.
- Hours, A., Ferreyra, M., Schvab, C., Gerard, M., Zapata, M., Davies, V. 2005. Caracterización Fisicoquímica y Microbiológica de Jugos de Naranja Destinados a Vinificación. Argentina.

- INDECOPI. NORMA PNTTP 2006. Cítricos (mandarinas, tangelos, naranjas y toronjas). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Proyecto de Norma Técnica Peruana. Lima, Perú.
- INEN. 1979. Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización y Estandarización. NORMA INEN 437, Requisitos jugo de naranja. Ecuador.
- INFOAGRO, 2005. El Cultivo de las Naranjas.
- INSTITUTO MATEO ALEMÁN IES 2008. Análisis de Zumos de Naranja. Madrid-España.
- Lawless, J. 1995. The Illustrated Encyclopedia of Essential Oils.
- Meadows, J. AND MARY KING FAMILY CONSUMER SCIENCES. 2010. University of Florida.
- Morin, L. 1985. Cultivo de Cítricos, Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José.
- Norman, S. 1977. The role of volátiles in storage of citrus fruits. Proceedings of the International Society of Citriculture, Vol 1.
- Orduz Javier, 2011. Potencial de Rendimiento y Calidad de 13 Variedades e Híbridos Comerciales de Cítricos en Condiciones del Piedemonte Llanero de Colombia.
- Pro Ecuador, 2011. Perfil de Aceites Esenciales en Estados Unidos.

- Ray, R. and Walheim, L. 1980. Citrus. Editorial Produced by Horticultural Publishing CO, Inc. USA.
- Reina, G. 1995. Manejo Postcosecha y Evaluación de la Calidad para la Naranja (*Citrus sinensis*), Limon (*Citrus arantifodia*) y Mandarina (*Citrus reticulata*) que se Comercializa en la Ciudad de Neiva.
- Rodano, C. 1930. Industria e Comercio degli Derivati Agrumi. e. f. Di Giacomo, A., Gli Oli Essential degli Agumi.
- Russían, T. 2006. Calidad del Fruto en Accesiones de Naranja 'criolla' y 'Valencia' en el sector Macanillas-Curimagua, estado Falcón. Venezuela.
- Singh, K. and Reddy, B. 2006. Measurement of mechanical properties of sweet orange.
- Soler, J., Soler, G. 2006. Cítricos Variedades Y Técnicas de Cultivo.
- Soto, I. 2002. Efectos del Agua Servida Tratada en el Riego de Tangelo Minneola. Chile.
- Swingle, W. T. 1976. The Botany of Citrus and its wild Relatives of the Orange Subfamily (family Rutaceae, subfamily Aurantioidae). In: Webber, H. J. y Batchelor, L. D. The Citrus industry. University of California.
- Tanaka, T. 1977. Fundamental discussion of Citrus classification. In: Studia Citrologica.
- Viot, M. 2008. Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination: Microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation. Journal of Chromatography.

## **CAPITULO VII - ANEXOS**

**Hacienda Estefanía**



**Recolección de frutas**



**Materia Prima –Tangelo**



**Materia Prima – Valencia**



**Materia Prima - King**



**Fase Experimental - Toma de datos**



**Fase Experimental - Toma de datos**



**Fase Experimental - Toma de datos**



**Fase Experimental - Toma de datos**



**Fase Experimental - Toma de datos**



**Proyecto Senescyt**



**Proyecto Senescyt**



**Toma de datos - Grados Brix°**



**Toma de datos - pH**