

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial.

AUTOR:

CARLOS JAVIER PUENTE HUERA

DIRECTORA:

Dra. LUCÍA TOROMORENO

Ibarra – Ecuador

2006

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle)**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL COMITÉ ASESOR

DRA. LUCÍA TOROMORENO

DIRECTORA DE TESIS

.....

DR. MARCELO DÁVALOS

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

ING. FRANKLIN HERNÁNDEZ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

ING. OSWALDO ROMERO

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

IBARRA - ECUADOR

2006

PRESENTACIÓN

Los resultados, cuadros, figuras, datos, conceptos, comentarios, sugerencias e incluso omisiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

Javier Puente

DEDICATORIA

Al Dios fuente de inagotable bondad y sabiduría en quien confío y ergo.

Al mi esposa Mirian, mis amados hijos: Carlitos y Camila, quienes con amor incondicional y comprensión fueron mi apoyo y aliento para conseguir mis objetivos.

Al mis padres y hermanos que con ejemplo de amor y respeto, han estado junto a mi en todo momento.

Carlos Javier

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, convertida en auténtico semillero de profesionales en todos los campos del saber humano, que me ha permitido salir adelante en la búsqueda de nuevos rumbos para bien de la sociedad.

A la Dra. Lucía Toromorzeno, asesora de mi tesis, quien guió acertadamente en la presente investigación con sus valiosos conocimientos para llegar a la culminación de mis objetivos.

A los distinguidos catedráticos: Ingenieros Franklin Hernández, Oswaldo Romero, y Dr. Marcelo Dávalos, por sus acertadas enseñanzas y dirección académica que con ardoroso empeño supieron plasmar en mi ideales de cambio, para seguir adelante en mi investigación.

De manera especial al Dr. José Luis Morzeno quien colaboró en la presente investigación en el área de análisis físico-químicos.

Un agradecimiento sincero al Ing. Honorato Navia propietario de la Finea Santa Cruz, quien colaboró con la materia prima para los análisis.

Una merecida consideración, de agradecimiento y admiración a la Ing. Gladis Espinosa, quien me apoyó en forma desinteresada en la realización de mi trabajo de tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
PRESENTACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	2
1.3	OBJETIVOS.....	2
1.3.1	Objetivo General.....	2
1.3.2	Objetivos Específicos	3

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	EL LIMÓN SUTIL, <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle.....	4
2.1.1	Origen	4
2.1.2	Zonas de Producción	5
2.1.3	Características y Descripción Botánica	5
2.1.4	Morfología del fruto del limón sutil	6
2.1.5	Subgéneros.....	6
2.1.6	Exigencias en clima y suelo.....	7
2.1.7	Sistemas de Propagación y Técnicas de Cultivo	7

2.1.7.1.	Etapas de Cultivo	8
2.1.7.2.	Técnicas de Cultivo	8
2.1.8.	Cosecha y Poscosecha	10
2.1.8.1.	Cosecha.....	10
2.1.8.2.	Manejo post-cosecha	12
2.1.9.	Enfermedades y Plagas en el limón sutil.....	13
2.1.9.1.	Enfermedades	13
2.1.9.2.	Plagas.....	15
2.1.10.	Valor nutricional.....	17
2.1.11.	Contenido de sustancias nutritivas	17
2.1.1.2.	Usos y alternativas de procesamiento agroindustrial	18
2.2.	MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL	20
2.2.1.	Mercado nacional	20
2.2.2.	Producción nacional	20
2.2.3.	Mercado internacional	21
2.2.4.	Análisis global de las importaciones	22
2.2.5.	Normas de calidad	23
2.2.5.1.	Características y condiciones para consumo fresco INEN 1575	23
2.2.5.2.	Embalaje y rotulado.....	25
2.2.6.	Requisitos fitosanitarios y de calidad	26
2.2.6.1.	Fitosanitarios	26
2.2.6.2.	Sistema de inspección y certificación	28
2.2.6.3.	Normas de calidad	28
2.2.7.	La necesidad del empaque.....	29
2.2.8.	Definiciones.....	30

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	35
3.1.1	Materiales de vidrio	35
3.1.2	Equipos	35
3.1.3	Reactivos	35

3.1.4	Materia prima vegetal.....	36
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	36
3.2.1	Ubicación de la Finca Santa Gema.....	36
3.2.2	Manejo específico del experimento.....	36
3.2.3	Especificaciones para la toma de datos.....	37
3.3	MÉTODOS.....	37
3.3.1	Preparación de la muestra.....	37
3.3.1.1	Grado de madurez.....	37
3.3.1.2	Extracción del jugo.....	37
3.3.2	Propiedades físicas.....	38
3.3.3	Propiedades químicas.....	40
3.4	MODELO ESTADÍSTICO.....	45

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Peso unitario del fruto del limón sutil.....	46
4.2.	Volumen del fruto del limón sutil.....	48
4.3.	Densidad del fruto del limón sutil.....	49
4.4.	Diámetro longitudinal del fruto del limón sutil.....	50
4.5.	Diámetro transversal del fruto del limón sutil.....	51
4.6.	Forma del fruto del limón sutil.....	52
4.7.	Porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil.....	53
4.8.	Porcentaje de residuos internos del fruto del limón sutil.....	54
4.9.	Porcentaje de jugo del limón sutil.....	55
4.10.	Porcentaje de semilla del fruto del limón sutil.....	56
4.11.	Resistencia a la penetración del fruto del limón sutil.....	57
4.12.	Índice de refracción del jugo del limón sutil.....	58
4.13.	Porcentaje de agua del jugo del limón sutil.....	59
4.14.	Porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil.....	60
4.15.	Porcentaje de fibra del jugo del limón sutil.....	61
4.16.	Porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil.....	62
4.17.	Porcentaje de proteína del jugo del limón sutil.....	63

4.18.	Porcentaje de cenizas del jugo del limón sutil	64
4.19.	Contenido de potasio (mg) del jugo del limón sutil.....	65
4.20.	Contenido de calcio (mg) del jugo del limón sutil.....	66
4.21.	Contenido de fósforo (mg) del jugo del limón sutil.....	67
4.22.	Contenido de vitamina A (mg) del jugo del limón sutil.....	68
4.23.	Contenido de vitamina C (mg/100g) del jugo del limón sutil...	69
4.24.	pH del jugo del limón sutil.....	70
4.25.	Acidez titulable (g/100g) del jugo del limón sutil	71
4.26.	Sólidos solubles (°Brix) del jugo del limón sutil.....	72
4.27.	Densidad relativa del jugo del limón sutil.....	73
4.28.	Características del jugo del limón sutil	74
4.29.	Composición química del jugo del limón sutil	75

CAPÍTULO V

5.1	CONCLUSIONES.....	77
-----	-------------------	----

CAPÍTULO VI

6.1.	RECOMENDACIONES	81
------	-----------------------	----

RESUMEN.....	82
--------------	----

SUMMARY	84
---------------	----

BIBLIOGRAFÍA	86
--------------------	----

ANEXOS	90
--------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Valor Nutricional del limón en 100 g de sustancia comestible.....	17
2. Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón.	17
3. Clasificación del limón sutil por su diámetro ecuatorial.....	23
4. Grados de calidad del limón sutil.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Peso unitario del fruto del limón sutil expresado en gramos obtenido en tres estados de madurez.....	46
2. Volumen del fruto del limón sutil expresado en cm ³ obtenido en tres estados de madurez.....	48
3. Densidad del fruto del limón sutil expresado en g/cm ³ obtenida en tres estados de madurez.....	49
4. Diámetro longitudinal del fruto del limón sutil expresado en cm obtenido en tres estados de madurez.....	50
5. Diámetro transversal del fruto del limón sutil expresado en cm obtenido en tres estados de madurez.....	51
6. Porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil mondada en tres estados de madurez	53
7. Porcentaje de residuo interno del fruto del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	54
8. Porcentaje del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	55
9. Porcentaje de semillas del fruto del limón sutil extraídas en tres estados de madurez	56
10. Resistencia a la penetración del fruto del limón sutil en tres estados de madurez	57
11. Índice de refracción del jugo del limón sutil extraído en 3 estados de madurez	58
12. Porcentaje de agua del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	59
13. Sólidos totales (%) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	60
14. Porcentaje de fibra del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	61

15. Porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	62
16. Porcentaje de proteína del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.	63
17. Porcentaje de cenizas del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	64
18. Contenido de potasio (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	65
19. Contenido de calcio (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	66
20. Contenido de fósforo (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	67
21. Contenido de vitamina A (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	68
22. Contenido de vitamina C (mg/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	69
23. pH del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	70
24. Acidez titulable (g/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	71
25. Sólidos solubles del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez (° Brix)	72
26. Densidad relativa del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	73
27. Características del jugo del limón sutil.	74
28. Características del jugo del limón sutil en estado verde	74
29. Características del jugo del limón sutil en estado pintón.....	74
30. Características del jugo del limón sutil en estado maduro	74
31. Composición química del jugo del limón sutil	75
32. Composición química del jugo del limón sutil en estado verde.....	75
33. Composición química del jugo del limón sutil en estado pintón.	75
34. Composición química del jugo del limón sutil en estado maduro.	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Peso unitario del fruto del limón sutil expresado en gramos obtenido en tres estados de madurez.....	47
2. Volumen del fruto de limón sutil expresado en cm^3 obtenido en tres estados de madurez.....	48
3. Densidad del fruto del limón sutil expresado en g/cm^3 obtenida en tres estados de madurez.....	49
4. Diámetro longitudinal del fruto del limón sutil expresado en cm. obtenido en tres estados de madurez.....	50
5. Diámetro transversal del fruto del limón sutil expresado en cm. obtenido en tres estados de madurez.....	51
6. Forma del fruto del limón sutil	52
7. Porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil mondada en tres estados de madurez	53
8. Porcentaje de residuos internos del fruto de limón sutil extraídos en tres estados de madurez	54
9. Porcentaje de jugo del fruto del limón sutil extraído en tres estados de madurez	55
10. Porcentaje de semillas del fruto del limón sutil extraídas en tres estados de madurez	56
11. Resistencia a la penetración del fruto del limón sutil en tres estados de madurez	57
12. Índice de refracción del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	58
13. Porcentaje de agua del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	59
14. Porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	60
15. Porcentaje de fibra del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	61

16. Porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	62
17. Porcentaje de proteína del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.	63
18. Porcentaje de cenizas del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	64
19. Contenido de potasio (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	65
20. Contenido de calcio (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	66
21. Contenido de fósforo (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	67
22. Vitamina A (mg) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	68
23. Contenido de vitamina C (mg/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	69
24. pH del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	70
25. Acidez titulable (g/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.....	71
26. Sólidos solubles del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez (° Brix).....	72
27. Densidad relativa del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez	73

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Limón sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle) en tres estados de madurez.....	90
2. Tabla de mediciones de diámetros longitudinal y transversal del fruto del limón sutil.....	91
3. Tabla de mediciones de diámetros longitudinal y transversal del fruto del limón sutil.....	92
4. Tabla de mediciones de diámetros longitudinal y transversal del fruto del limón sutil.....	93
5. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	94
6. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	95
7. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	96
8. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	97
9. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	98
10. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	99
11. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	100
12. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del fruto del limón sutil.	101
13. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuo interno del fruto del limón sutil.	102
14. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	103

15. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	104
16. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	105
17. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	106
18. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	107
19. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	108
20. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	109
21. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	110
22. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuo interno, semilla, densidad y resistencia de penetración del fruto del limón sutil.....	111
23. Tablas de mediciones de análisis químicos.....	112
24. Tablas de rango y límites de confianza para análisis químicos	120
25. Reporte de análisis del jugo del limón sutil.	126

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La provincia de Manabí es muy conocida por su producción agrícola, los frutales son una fuente de ingresos significativa en esta zona aunque la explotación del limón sutil se la realiza en baja escala, por la ausencia de investigación técnica sobre normalización que determine la calidad físico-química de las materias primas a nivel de finca.

Debido a esto la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales a través de su Escuela de Ingeniería Agroindustrial, ha visto que en el Ecuador se desconoce sobre la composición física y química del fruto del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle), por lo que se planteó el presente estudio para contribuir con los resultados de los análisis físicos y químicos al INEN, y así esta institución encargada de normalizar tenga herramientas válidas y confiables para proceder a registrarlas, los parámetros más importantes que se analizaron fueron: análisis físicos (tamaño, forma, volumen, porcentaje de cáscara, porcentaje de semilla, porcentaje de residuos internos, porcentaje de jugo, peso unitario, densidad, prueba de penetración, índice de refracción); y los análisis químicos (pH, densidad relativa, carbohidratos, acidez titulable, sólidos totales, humedad, sólidos solubles, proteína, fibra cruda, cenizas, vitaminas A y C y los minerales: calcio, fósforo y potasio).

Este trabajo se realizó debido al avance diario de la tecnología y a los requerimientos cada vez más exigentes por parte de la población por obtener productos de calidad y con excelencia nutricional que vengan a satisfacer sus necesidades.

1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Para solucionar el problema planteado la Universidad responde a las necesidades y exigencias actuales de la nutrición y la industria alimenticia, poniendo a consideración la realización del presente trabajo de análisis titulado Determinación de las características físicas y químicas del limón sutil, *Citrus aurantifolia* Swingle, que ayudará a establecer normas o estándares de calidad que servirán para la validación del producto.

Según Gómez (2005) el cultivo del limón sutil en la zona de Manabí es una de las principales fuentes de ingreso económico ya que en 2 500 hectáreas se cultiva este cítrico que es el sustento para todos los pobladores del sureste de Portoviejo.

No se debe olvidar que en los tiempos actuales es una exigencia para exportar las certificaciones, por lo que se vuelve imperativo conocer su composición físico-química base fundamental para obtenerlas, en el país existe instituciones como el INEN encargadas de esta alta responsabilidad, por lo que ha sido muy útil y profesional que la Universidad colabore a esta institución en esa loable labor.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

- Determinar las propiedades físicas del fruto y químicas del jugo del limón sutil *Citrus aurantifolia* Swingle en tres grados de madurez.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Caracterizar físicamente al fruto del limón sutil *Citrus aurantifolia* Swingle.
- Determinar características químicas del jugo del limón sutil *Citrus aurantifolia* Swingle.
- Proporcionar al INEN información sobre los análisis físico-químicos del fruto del limón sutil.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL LIMÓN SUTIL, *Citrus aurantifolia* Swingle.

2.1.1 Origen

Según Sánchez (2005) el origen histórico del cítrico se encuentra hace unos veinte millones de años, en la era terciaria, pero aquellas variedades, poco se parecen a las actuales naranjas dulces.

Los cítricos se cultivan desde hace más de 4 000 años. Sus frutos al parecer atrajeron la atención de los pobladores primitivos, quienes se encargaron de cultivarlos mucho tiempo antes de que aparecieran en los países europeos a donde fueron llevados por los primeros viajeros gracias a la cautivante apariencia de su fruta y sus flores.

Las numerosas especies del género *Citrus* provienen de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago Malayo. El área comúnmente asociada a su origen se encuentra ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia este de Filipinas y desde el Himalaya al sur hasta Indonesia.

Según Ramos (2004) el cultivo de este cítrico se lo viene realizando desde hace 40 años en la provincia de Manabí convirtiéndose en el eje de la economía en esta localidad.

2.1.2 Zonas de Producción

Según Gómez (2005) este cítrico se lo cultiva en los valles cálidos de la sierra, valles secos de la costa y ciertas zonas amazónicas: Portoviejo, Península de Santa Elena, Santa Isabel, Puerto Quito, Echeandia, Chota, Guayllabamba, San José de Minas, Tumbaco, Puyo, Nueva Loja. En las zonas del valle de Portoviejo, como Riochico, Rocafuerte, La Balsita, Bijagual, Playa Prieta, La Encantada, Arreaga, San Vicente y Chacras.

2.1.3 Características y Descripción Botánicas

Sistemática: Según Sánchez (2005)

Reino:	Vegetal
Clase :	Angiospermae
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Rutae
Familia:	Rutaceae
Género:	Citrus
Subgénero:	Eucitrus
Especie:	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle
Nombres comunes:	Limón criollo, lima mexicana, lima ácida, lima chica, lima boba, limón chiquito, limón corriente, limón agria

El limón sutil es un árbol pequeño o arbusto de 4 a 5 m de altura, con tronco a menudo torcido y ramas con espinas axilares cortas y duras.

Hojas oblongo-ovales o elíptico-ovales de 2.5 a 9 cm de longitud y 1.5 a 5.5 cm de ancho. Base redondeada y ápice ligeramente recortado. Márgenes ligeramente crenulados. Pecíolos notablemente alados.

Flores blancas de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, fragantes, que se disponen en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores.

Frutos ovales o globosos con un ápice ligeramente deprimido, de color verde oscuro al principio pasando a verde amarillento o amarillo en la madurez. Mide 3.5 a 5 cm de diámetro o más. Su piel es delgada y se rompe fácilmente. La pulpa es verdosa, jugosa, muy ácida. Semillas pequeñas, ovales altamente poliembriónicas (producen dos o más plantas por semilla). Fue introducida en América desde los primeros viajes de Colón. Sánchez (2004).

2.1.4 Morfología del limón sutil

Según Sánchez (2004) el limón sutil *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle es una de las principales especies del género *Citrus*, los cítricos son sensibles a las heladas de invierno, se adapta con mayor facilidad en las zonas donde la temperatura promedio oscilan entre 18° C como temperatura mínima y 28° C como máxima y con un suelo franco arenoso con buen drenaje.

2.1.5. Subgéneros.

Según Morin (1985) los subgéneros y especies del género citrus, siguiendo la clasificación de Swingle (1967), el género *Citrus* se divide en dos subgéneros: el subgénero *Citrus*, que incluye 10 especies, entre las que están las 8 cultivadas, y el subgénero *Papeda*, que incluye 6 especies no cultivadas. Ambos subgéneros se distinguen claramente por caracteres de las hojas, las flores y los frutos. El subgénero *Citrus* agrupa a las 10 especies y a 4 variedades botánicas. El *Citrus aurantifolia* (Christm) Swing limonero sutil o lima ácida está considerada dentro de este subgénero.

Según Sánchez (2005) los subgéneros cítricos constan de dos subgéneros. *Papeda* y *Eucitrus*. En ambos están comprendidas las variedades más importantes de los cítricos, como el naranjo dulce que es el cítrico más cultivado de todos, lo que lo

coloca en un lugar preferencial dentro del género Citrus. Se considera al limón en el subgénero Eucitrus, en la especie *Citrus aurantifolia* (Christm) Swing.

2.1.6. Exigencias en clima y suelo

Según Sánchez (2005):

Clima:	Cálido y templado
Temperatura:	Desde 18 a 29° C promedio
Humedad:	Entre 40 a 70%
Precipitación:	Entre 900 a 1 200 mm anuales bien distribuidos son suficientes
Altitud :	De 40 a 1 500 m.s.n.m. para evitar enfermedades de raíces
Tipo de Suelo:	Suelos profundos, bien aireados franco arenosos, con alto contenido de materia orgánica
pH:	Neutro a ligeramente ácido (5.5 a 6.5)

2.1.7. Sistema de Propagación y Técnicas de Cultivo

Según Rodríguez (2002) para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injerto. Los injertos más usados para reproducir son el de yema en T o el de enchape lateral con púa. El injerto se realiza en un arbolito del patrón cuyo diámetro del tallo es de 1 ó 2 cm, en la parte alta pero madura.

Se recomienda elegir la variedad y el patrón que mejor se adapten al tipo de suelo y las condiciones climáticas de la zona, además que posean resistencia o tolerancia a enfermedades fúngicas, virales o nemátodos.

La propagación por injerto es el método más apropiado para producir variedades seleccionadas para el cultivo comercial obteniéndose uniformidad y calidad del fruto en cuanto a forma y tamaño.

2.1.7.1 Etapas de Cultivo

Rodríguez (2002) manifiesta que el desarrollo de la plantación es de 2 a 3 años en plantaciones comerciales injertadas, el inicio de la cosecha es a partir de los cuatro años, la vida económica de la planta es permanente.

2.1.7.2. Técnicas de Cultivo

Según Rodríguez (2002) al igual que otras plantas cultivadas, el limón sutil fue propagado inicialmente por semillas; pero en la actualidad, la propagación vegetativa por injerto es la más utilizada para mantener las características de los progenitores en las nuevas generaciones. En el caso del limón sutil, las formas de multiplicación vegetativa son: por brotes de ramas enraizadas en las plantas adultas, mediante acodo aéreo cuando se dispone injertando yemas y/o brotes sobre patrones seleccionados por su compatibilidad y las condiciones del medio ambiente, para ello se siguen los pasos a continuación anotados:

Para obtener la semilla de porta injertos seleccionados, se recolectan las frutas de plantas sanas y maduras. Se realiza un corte por la mitad de la fruta, sin dañar las semillas, las cuales se recolectan y someten a 2 ó 3 lavadas con agua limpia, para finalmente ponerlas a secar a la sombra.

La germinación se cumple en un periodo variable. Generalmente se inicia entre los 20 a 30 días y se completa a los 45 días, siempre y cuando se mantenga una temperatura promedio de 25° C.

Las plantas germinadas permanecen en el almácigo por un tiempo variable, entre 8 a 10 meses, de acuerdo a las condiciones ambientales y a los cuidados que se les prodiga durante el crecimiento del semillero. Cuando tienen un mínimo de 20 a 30 cm es la época ideal para realizar el transplante a macetas de plástico negro.

La injertación se realiza una vez que el porta injerto o patrón alcanza el grosor y altura del tallo deseado, tomando un tiempo aproximado de 12 meses para conseguir estas características. La yema injertada toma señales de prendimiento a los 15 días de realizada la operación. El injerto comienza a brotar hojas al mes o al mes y medio.

La mayoría de los viveros obtienen plantas injertadas de limón a los 6 a 8 meses después de realizado el injerto. El brote del injerto debe conducirse verticalmente, procurando que no se formen ramas laterales. Para el efecto, es necesario amarrar el brote junto a la parte superior del patrón.

El tiempo total que demora una planta de limón sutil para estar en condiciones de transplante definitivo, partiendo desde la siembra de la semilla del porta injerto, es variable, depende del vigor y adaptación de éste y de los cuidados suministrados durante la crianza. Generalmente se estima entre 18 y 24 meses.

Si el huerto es bien manejado, las plantas llegan a tener buen desarrollo vegetativo y tamaño deseable a los dos años y medio de edad, cuando comienzan a aparecer los primeros ramos florales.

El aparecimiento de flores para la fructificación comienza generalmente al segundo año de plantado el árbol; esto es muy variable, de acuerdo con las condiciones climáticas, variedades y cuidados que se pongan en el manejo de los huertos. En algunas variedades se puede tener floración continua durante todo el año.

La fructificación se inicia a partir del segundo año del transplante del injerto y se produce alrededor de 30 a 45 días después de la plena floración de la planta.

La maduración de los frutos depende de la variedad, cuidados y el clima prevaleciente, los frutos están listos para la cosecha a los 6 u 8 meses de la floración.

La planta de limón sutil requiere una adecuada restitución anual de los nutrientes. Los principales elementos minerales que requieren son: Nitrógeno, Fósforo, Magnesio, Potasio, Zinc, Boro, Manganeseo. Para determinar la carencia de éstos es necesario realizar un análisis del suelo y de las hojas. Con la interpretación de los resultados en base a niveles críticos podemos conocer cuáles elementos se encuentran en deficiencia en el cultivo y tomar las medidas pertinentes.

El riego permite que las plantas mantengan un flujo constante de agua y nutrientes del suelo hacia las hojas, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración, con lo cual se obtienen árboles más vigorosos con mayores y mejores frutos, mayor cobertura de hojas y por consiguiente se incrementa la productividad.

Según Sánchez (2005) el método de riego más utilizado en la mayoría de huertos frutícolas es por surcos. Este debe ser realizado correctamente, atendiendo individualmente a cada planta para evitar la contaminación y diseminación de enfermedades, y según los requerimientos exigidos por condiciones de clima y suelo.

2.1.8. Cosecha y Poscosecha

2.1.8.1 Cosecha

Según Sánchez (2005) la cosecha de limón sutil se realiza cuando ha llegado a su madurez fisiológica, con la cáscara completamente verde, brillante, piel lisa y de formas redondeadas. El fruto debe tener el tamaño comercial con un buen contenido de jugo, la acidez debe estar entre 4 a 7%.

El limón sutil se cosecha cuando tiene un color verde oscuro intenso sin visos amarillos. La madurez comercial adecuada la señala una coloración verde oscuro a verde mediano. Si la fruta se cosecha antes de la maduración adecuada, tendrá un contenido deficiente de jugo.

Si la fruta permanece en el árbol luego del punto de cosecha, es sensible al rompimiento del estilar y adoptará una coloración amarilla durante el transporte a mercados distantes.

Debido a las condiciones ecológicas favorables, en el Ecuador se cosecha limón sutil durante todo el año, de allí que las perspectivas que tiene este cultivo en el país son ventajosas para competir favorablemente en los mercados externos.

El cuidadoso manejo de la fruta durante el proceso de cosecha es de fundamental importancia para evitar los daños por magulladuras, rajaduras y más estropeos que favorecen el desarrollo de la Oleocellosis , enfermedad fungosa que causa serios estragos en el manejo de la fruta.

La fruta es más susceptible a estos desórdenes cuando éstas se encuentran en las condiciones de turgencia, el tiempo de mayor turgencia es durante las primeras horas de la mañana o cuando está mojada por la lluvia o después de un riego. Por consiguiente, es preferible no realizar la cosecha en estas circunstancias para evitar los problemas señalados.

La fruta no debe ser expuesta al sol después de la cosecha, siempre se toman precauciones para colocarlo bajo sombra o transportarla lo antes posible al centro de acopio o empacadora para proceder al enfriamiento.

La cosecha de limón sutil se realiza generalmente a mano y el trabajador parado sobre la tierra, dado que el tamaño de los árboles favorecen esta práctica que resulta además ser apropiada para evitar daños en la fruta, destrucción de las ramas, frutos pequeños y flores. Cuando los árboles son muy altos se utiliza escalera de doble pie. Algunos productores utilizan palancas de madera o de tubo de hierro o aluminio para arrancar las frutas, las que caen al suelo. Este último método debe ser desechado debido a serios daños que se producen con seguridad en la fruta como efecto de los golpes, magulladuras, roturas, etc.

2.1.8.2. Manejo Post-cosecha

Según FAO (2000) el sistema poscosecha de alimentos representa un grupo de operaciones que van desde la madurez del producto (cosecha) hasta su “consumo” como alimento o forraje, el sistema tiene en cuenta los aspectos técnicos, económicos y sociológicos de esas operaciones, actores y vínculos importantes. Un sistema post-cosecha incluye los siguientes pasos principales:

Operaciones de cosecha, tales como corte, recolección y transporte son muy importantes para la calidad del producto.

Manipulación y almacenamiento, operaciones tales como limpieza, selección, secado, fumigación, almacenamiento y transporte.

Procesamiento, extracción de esencias, jugos, preparación de productos alimenticios. Este paso es importante para satisfacer las cambiantes necesidades de los consumidores.

Almacenamiento, la fruta es llevada al granel en los mismos cajones de embalaje a la sala de almacenamiento previa la selección en cuatro colores: verde oscuro, verde claro, plateado y amarillo. Los de este último grupo solo a veces son embalados inmediatamente.

El tiempo de duración de la fruta en almacenamiento es de 6 a 8 semanas.

Los factores fundamentales que deben ser controlados en una sala de almacenamiento son: temperatura uniforme, humedad relativa uniforme, limpieza del aire, ventilación, circulación y distribución del aire, la fruta del limón sutil puede ser almacenada sin peligro por un periodo de 6 a 8 semanas a una temperatura de 8.9 a 10° C (48 a 50° F) y una humedad relativa de 85 a 90%.

2.1.9 Enfermedades y Plagas del limón sutil

2.1.9.1 Enfermedades

La incidencia del ataque de plagas y enfermedades a los cítricos depende del manejo del cultivo y la frecuencia de los controles. A continuación se describen algunas enfermedades que suelen ser de importancia en el cultivo de los cítricos.

- **Roña (*Sphaceloma fauceti*).**- Según García (1998) este hongo ataca a los tejidos de las frutas y se desarrolla en las hojas cuando existe alta temperatura y alta humedad. Se puede controlar con aspersiones de Difolatán al 0.1%, Benlate al 0.05% o compuestos a base de cobre.
- **Virosis (Virus de la tristeza).**- Según García (1998) los árboles que son atacados por el virus de la tristeza casi nunca se recuperan. Las plantas afectadas presentan muchos síntomas, por lo que su diagnóstico es difícil; las hojas son amarillentas, presentan varios síntomas de deficiencias y finalmente caen. Para una determinación práctica, el registro ordenado es un adecuado procedimiento para determinar la presencia del virus. Esta enfermedad obstruye los vasos que conducen alimentos, ocasionando la muerte de las raíces.

La tristeza puede ser prevenida utilizando varetas libres de virus, patrones que sean tolerantes al ataque, como son Citrus Volkameriana, Mandarino Cleopatra, Limón Rugoso y Citrumelo CPB 475. La tristeza es una enfermedad que solo puede prevenirse, no hay control para ella.

- **Mancha de la hoja y Pudrición negra del fruto (*Alternaria sp.*).**- Según García (1994) la causa de esta enfermedad se atribuye a *Citrus gloesporoides*, pero estudios posteriores demostraron que la causante es *Alternaria citri*. Esta produce manchas necróticas que destruyen los tejidos de las hojas. Cuando ataca a los frutos, la infección comienza en el extremo floral, al ser cortados,

los frutos infectados presentan una porción seca, negra, en descomposición, y en casos avanzados se extiende hasta el corazón del fruto.

Esta enfermedad se puede controlar con compuestos de cobre como Kiocide 0.1%, Kaptan al 0.25% o Zineb al 0.25%.

- **Fumagina (*Capnodium citri*).**- Según García (1994) este hongo no ataca a los tejidos de los árboles, pero crece saprofiticamente en la mielecilla que segregan los insectos tales como escamas, áfidos, ninfas de mosca blanca. Cuando hay una fuerte infestación de estos insectos, las frutas y las ramas quedan cubiertas por una solución azucarada que al descomponerse permite el desarrollo del hongo de color negro como el hollín, el cual obstaculiza la entrada de la luz dificultando la fotosíntesis.

Las medidas de control van dirigidas a los insectos que segregan la mielecilla. Cuando se ha desarrollado el hongo, es necesario hacer aplicaciones de aceite agrícola al 1% para que el hongo se afloje y pueda ser desprendido del árbol. También se puede aplicar caldo bordelés (3.5 g / litro) y oxiclورو de cobre (0.3 a 0.5 kg por 100 litros de agua).

- **Gomosis (*Phytophthora parasitica* Dast).**- Según Marcondes (1991) esta enfermedad ataca a la corteza del tronco, generalmente a la unión del injerto o por encima de él y contamina la corteza de las raíces. El primer indicio de la infección es la presencia de gotas de goma en la superficie de la corteza. Si se raspa la superficie se observa una porción de corteza enferma de color castaño que cubre la madera muerta.

Cuando la pudrición del pie se ha desarrollado, hasta rodear parcialmente el tronco, el árbol declina, el follaje se hace pálido y escaso, los frutos son pequeños y las hojas se amarillan a lo largo del nervio central.

Entre las medidas preventivas contra la pudrición del pie se recomienda la utilización de patrones resistentes, buen drenaje, evitar lesiones en el tronco y raíces. Cuando la infección se descubre en un estado muy avanzado se limpia la corteza infectada y se aplica una pasta bordelesa.

- **Líquenes.-** Según Puzzi (1984) muchas clases de líquenes se desarrollan en los troncos, ramas, brotes y hojas de los árboles de cítricos, con más abundancia en los lugares húmedos y sombríos, especialmente en los árboles viejos y descuidados.

Los líquenes varían considerablemente en forma y color. Para su control se recomienda una mezcla de cobre + aceite agrícola o trifrina + aceite agrícola.

2.1.9.2 Plagas

Las principales plagas que causan daño económico al cultivo son:

- **Mosca blanca (*Alerothricus floccosus* Mask).**- Según Sánchez (2005) esta especie pertenece a los Homopteros, estos insectos absorben la savia de las hojas y segregan grandes cantidades de mielecilla en las que crece el hongo llamado Fumagina.

Control.- La mosca blanca es combatida por medio de aspersiones con aceite agrícola + insecticida al 0.05%. Lorsban al 0.01%, Roxión al 0.1%, Basudín al 0.1%.

Los controles no deben realizarse cuando la población es alta sino esperar 10 a 12 días hasta que los adultos desaparezcan, esto permitirá que los huevos depositados se desarrollen y produzcan moscas jóvenes que pueden ser muertas antes que causen mucho daño.

La mosca blanca también es combatida con control biológico, con la avispa *Cales noacki* que ataca a la mosca en sus primeros estados larvarios.

- **Escama Harinosa (*Unaspis citri* Comst).**- Según Sánchez (2005) esta escama recibe su nombre por el color blanco que presentan las ramas y los troncos en los árboles intensamente infestados, dando la apariencia de estar cubiertos de nieve. Este color es de la escama macho, mientras que la hembra es castaño oscuro. Cuando la infestación es fuerte pueden causar la muerte de los árboles. El control se lo realiza con insecticidas como Roxión al 0.1%, Supracid al 0.15%, Malathion al 0.25% + aceite agrícola al 0.5%.

- **Goma de los citrus (*Lepidosaphes beckii* Necoman).**- Según García (1994) esta plaga ataca a las hojas, ramas y frutos, las hojas que son gravemente infestadas se amarillan y se desprenden del árbol; los brotes mueren a causa de la defoliación; los frutos infestados se deforman y pueden también caer.

Control.- Esta escama se combate con emulsión oleosa o insecticidas fosforados como Malathion al 0.24%, Supracid al 0.15%.

- **Escama algodonosa (*Icerya puchqsi* Mask).**- Según García (1994) ataca a la corteza, brotes, ramas y troncos; tiene la forma de escama, es un óvalo ensanchado que está cubierto por secreciones cerosas, la hembra se diferencia por su saco voluminoso y huevecillos.

Control.- El control más efectivo ha sido el biológico con una mariquita de la especie *Rodolia cardinalis*. También se puede controlar con insecticidas como Supracid al 0.15%, Roxión al 0.1% + aceite agrícola.

- **Acaro de los cítricos (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead).**- Según Puzzi (1994) las hojas y los frutos infestados adquieren un color gris a causa de la succión de la savia que realiza para su alimentación.

Control.- Esta plaga puede combatirse con productos a base de azufre kumulus o Tiovit al 0.15%, o acaricidas como Omite al 0.15%.

2.1.10 Valor Nutricional

Cuadro 1. Valor Nutricional del limón en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	90.1
Proteínas (g)	1.1
Lípidos (g)	0.03
Carbohidratos (g)	8.2
Calorías (Kcal.)	27
Vitamina A (U.I.)	20
Vitamina B1 (mg)	0.04
Vitamina B2 (mg)	0.02
Vitamina B6 (mg)	0.06
Ácido nicotínico (mg)	0.1
Ácido pantoténico (mg)	0.2

Fuente: www.infoagro.com/citricos/limon.htm.

2.1.11. Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón.

CUADRO 2. Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón.	
Sustancias	Contenido
Proteínas	0.9 gramos
Hidratos de carbono	8.7 gramos
Calorías	44 gramos
Ácido cítrico	7.50 gramos
Ácido málico	0.60 gramos
Sacarosa	0.50 gramos
Azúcar invertida	0.80 gramos

Citrato cálcico	1.00 gramos
Hierro	Vestigios
Vitamina A	0 U.I.
Vitamina B1	0.4 mg.
Vitamina B2	Trazas
Vitamina B6	0.1 mg.
Vitamina C	45.0 mg

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

2.1.12 Usos y alternativas de procesamiento agroindustrial

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

- **Aceite esencial de limón.-** Producto que se puede obtener de la cutícula de la cáscara del limón o de destilar el limón completo, siendo el proveniente de éste último el de mayor calidad.

El aceite del limón puede ayudar a estimular el sistema inmunológico. También auxilia a los sistemas digestivo, glandular y circulatorio. Este aceite tiene usos diversos: refrescante, desodorante, germicida, antiespasmolítico, y mejora la atención y el poder de concentración. Adicionalmente, se utiliza en la fabricación de bebidas no alcohólicas, gaseosas, y aquellos aceites con un contenido de citral y de terpeno más elevado, se utilizan en la industria farmacéutica y de cosméticos. El aceite esencial de limón es fototóxico, por esto, no debe aplicarse sobre la piel que se expondrá directamente a la luz solar.

Se identifican dos categorías de aceites esenciales de limón, cada una de las cuales tiene distintos usos:

- **Aceite destilado.-** Se usa para la elaboración de jarabe que sirve de base para la elaboración de refrescos de cola y los de tipo lima-limón, sabores para galletas, dulces y medicamentos entre otros.
- **Aceite esencial centrifugado.-** Se utiliza como saborizante y aromatizante en la industria alimentaria y de cosméticos, en la elaboración de fragancias para la industria de perfumes.
- **Jugo concentrado de limón.-** Se utiliza como saborizante en la industria de bebidas no alcohólicas y gaseosas.

Los jugos que han sido sometidos a procesos de filtración sirven para la elaboración de limonada o cualquier otra bebida opaca o con color, en tanto que los jugos filtrados (clarificados) se utilizan en bebidas transparentes.

- **Cáscara deshidratada de limón sutil.-** Producto que se obtiene en un proceso de deshidratación después de una extracción de jugo y aceite.

La cáscara deshidratada de limón sutil es uno de los principales insumos empleados en la fabricación de pectina, la cual es utilizada en la industria alimenticia como espesante y texturizante en las industrias alimentaria y farmacéutica, principalmente como aglutinante.

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

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

2.2 MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL

2.2.1 Mercado Nacional

Según Peñarrieta (2003) el Ecuador es un país apto para la explotación del cultivo de limón sutil, en especial en los climas templados, sub-cálidos y cálidos, para este estudio se ha escogido la provincia de Manabí que es un lugar en el cual se cultiva el limón sutil en gran escala.

2.2.2 Producción Nacional

Según Gómez (2001) este cítrico se lo cultiva en los valles cálidos de la sierra, valles secos de la costa y ciertas zonas amazónicas: Portoviejo, Península de Santa Elena, Santa Isabel, Puerto Quito, Echeandía, Chota, Guayllabamba, San José de Minas, Tumbaco, Puyo, Nueva Loja.

En las zonas del valle de Portoviejo, como Riochico, Rocafuerte, La Balsita, Bijagual, Playa Prieta, La Encantada, Arreaga, San Vicente y Chacras algunos de los productores acopian el limón sutil en gavetas plásticas los lavan y seleccionan para venderlo por kilos al Supermaxi en Quito. Los demás como la gran mayoría de productores sacan al mercado de Portoviejo en sacos de 38 kg (paca) de donde se despacha a los mercados terminales de Guayaquil, Quito y Cuenca.

Según Ramos (2004) frescos datos levantados por la subsecretaria del MAG/Costa en el año 2001 estima una superficie de cosecha de 3 212 hectáreas y una producción anual de 28 256 TM que no satisface la excelente demanda interna. En la actualidad en el Valle de Río Portoviejo hay alrededor de 4 000 hectáreas de limón.

Una paca de 36 kg de limón sutil (900 a 1 000 limones) se vende en el mercado interno entre cuatro, siete y nueve dólares dependiendo de la oferta y demanda.

2.2.3. Mercado Internacional

Volúmenes de las exportaciones.- Según Mota (2000) para el sector ecuatoriano exportador de limones, la década se inicia con ventas internacionales irregulares y con volúmenes relativamente pequeños.

A partir de 1995 se inicia un periodo de crecimiento sostenido que dura hasta 1997, seguido de una caída drástica en 1998; el 74.5% en volumen y 83.6% en valor FOB frente al año anterior, debido al invierno que ocasionó inundaciones en muchas zonas productoras del litoral.

En 1999 el volumen exportado se recupera en un 577.2% (465.4% en valor FOB), superando el monto exportado en 1997. La tendencia creciente se extiende hasta octubre del 2000, cuando se registra un crecimiento del 88.7% frente al volumen total consolidado en 1999 y del 4.9% en términos de valor FOB.

En el Perú y Colombia los principales cítricos comercializados son el limón sutil siendo los departamentos norteños de Piura y Lambayeque los principales productores de limón en Perú.

Principales Mercados Mundiales

Países importadores.- Según Mota (2000) los países importadores son el principal canal de distribución para el limón sutil en el mercado mundial por ser distribuidores y mayoristas de frutas frescas; inclusive existen empresas especializadas en la comercialización de cítricos frescos.

En el mercado europeo se destacan Alemania, Francia, Inglaterra y Bélgica como importadores de limón.

Japón es un mercado muy importante a nivel mundial; de la misma forma EEUU que es nuestro mercado actual.

Países de destino.- EEUU ha sido el principal destino para el limón ecuatoriano por ser el único mercado consistente durante la década.

Según el Banco Central del Ecuador (2003) en 1997 las exportaciones a EEUU, que crecieron en un 95.2%, representaron el 93.2% del total de kilos exportados. En los últimos 10 años, este mercado ha sido el más representativo, a excepción del 2000, año en que hasta octubre, las crecientes importaciones colombianas tuvieron una mayor participación dentro del volumen total exportado desde el Ecuador.

2.2.4. Análisis Global de las Importaciones

Según Mota (2000) las importaciones mundiales de limones y limas durante el período 2000 a 2002 presentan una tendencia creciente pasando de 1.45 millones de toneladas métricas al inicio del período a 1.67 millones en el último año. Del período analizado, se destaca el 2002, año en el cual se registró una mayor demanda de limones y limas en el mercado mundial, especialmente en Estados Unidos que tuvo una participación del 16.21%.

2.2.5. Normas de Calidad

2.2.5.1. Características y condiciones para consumo fresco. INEN 1 575.

Clasificación

El limón sutil de acuerdo con el valor del diámetro ecuatorial, se clasifica como se indica en la siguiente tabla:

CUADRO 3. Clasificación del limón sutil por su diámetro ecuatorial	
TIPO - TAMAÑO	DIÁMETRO (cm)
I (grande)	$\geq 4,0$
II (mediano)	3,4 a 3,9
III (pequeño)	$\leq 3,3$

Fuente: INEN 1 575

Tolerancias máximas para el tamaño

Para los tipos señalados en la tabla anterior se emitirá un número máximo de 5% que puede corresponder al tipo inmediato superior, inmediato inferior o a la suma de ambos.

Para cada tipo se establecen los grados de calidad de acuerdo a la tabla 2 en la norma INEN 1575.

Determinación del tipo o tamaño

El limón puede ser clasificado manualmente mediante el uso de calibradores fijos que pueden ser confeccionados en madera. Los frutos deben separarse según su tamaño y registrarse el número de cada tipo. Puede ser clasificado mecánicamente, mediante el uso de máquinas adecuadas.

Disposiciones Generales

El limón destinado a la alimentación humana, en cualquiera de sus tipos de selección, debe presentar caracteres similares; en forma (ovoidea o redonda), tamaño y color de los residuos internos y epidermis (cáscara), con pezón saliente en la base, los residuos internos debe presentar gajos bien formados y turgentes, el pedúnculo debe ser cortado al ras, la corteza lisa, arrugada según la variedad. Las variedades sobresalientes de los limones difundidos y conocidos en el país son: Tahití (o Persa), el Meyer y el Sutil (o lima Mexicana).

Requisitos

Los limones para el consumo deben estar bien desarrollados, limpios, enteros, sanos, consistentes, frescos, sin humedad exterior anormal, con el aroma y sabor ácido agradable y jugoso, típico de la variedad. Hasta que se expidan las Normas INEN correspondientes para los límites máximos de residuos de plaguicidas y productos afines en alimentos, se adoptaran las recomendaciones del Codex Alimentarius.

Requisitos complementarios. La comercialización de este producto debe sujetarse con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las regulaciones correspondientes.

CUADRO 4. Grados de calidad del limón sutil			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	GRADO 1 máximo	GRADO 2 máximo
Defectos tolerables	%	4	7
Defectos no tolerables	%	0	0
Frutos que no responden a la madurez convenida	%	6	8
total de defectos	%	10	15

Fuente: INEN 1 757

Muestreo

El muestreo del limón se efectuará de acuerdo a la Norma INEN 1750

Inspección

Si la muestra inspeccionada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en los cuadros 2.3 y 2.4, se repetirá la inspección en otra muestra. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para considerar el lote como fuera de norma, quedando su comercialización sujeta al acuerdo de las partes interesadas.

Si la muestra inspeccionada no cumple con tipo y grado declarado en el rótulo o etiqueta del envase o embalaje, el proveedor deberá rectificar la información suministrada, previamente a su aceptación.

Métodos de ensayo

El proceso de verificación de los requisitos de tamaño del producto, así como sus defectos se realizará de acuerdo a la determinación del tipo o tamaño.

2.2.5.2. Embalaje y Rotulado**Embalaje**

El limón sutil debe comercializarse en cajas de madera, de cartón o de otro material que reúna las condiciones de higiene, ventilación y resistencia a la humedad, manipulación y transporte, de modo que garantice una adecuada conservación del producto. Las características del embalaje se encuentran establecidas en la Normas INEN correspondientes.

Rotulado

Los envases deben llevar etiquetas o impresiones con caracteres legibles, en español, y colocados de tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte, debiendo contener la información mínima siguiente:

- Nombre del producto.
- Tipo y grado de calidad (INEN 1.757)
- Contenido neto en kilogramos (kg)
- Nombre y dirección del empacador y/o cultivador
- Lugar de origen del producto
- Fecha de empacado

Podrá agregarse cualquier información adicional para productos de exportación, cuando el país de destino así lo exige.

Defectos tolerables y no tolerables.- Los limones sutiles deben separarse según sus defectos y registrarse el número de cada grado.

Defectos tolerables.- Magulladuras, rozaduras pequeñas.

Defectos no tolerables.- Hongos, herida no cicatrizada, manchas.

2.2.6 Requisitos fitosanitarios y de calidad

2.2.6.1. Fitosanitarios

La Ley de Sanidad Vegetal y su Reglamento, promulgados con Decreto No.52 y Acuerdo Ministerial No.206 y publicados en los Registros Oficiales 475 y 364 del 18 de enero de 1974 y 23 de junio de 1977 y su forma con decreto No. 189, promulgado el 30 de septiembre de 1998 y publicado en el Registro Oficial No. 40 (suplemento) del 5 de octubre de 1998, respectivamente disponen:

1. Que la exportación de productos vegetales requerirá del Certificado Fitosanitario extendido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (a través del SESA), con sujeción a los Convenios Internacionales vigentes y al Reglamento respectivo (Art. 9 de la Ley de Sanidad Vegetal).
2. Los Inspectores de Sanidad, previamente a la concesión del Certificado Fitosanitario, examinarán el material vegetal para establecer su estado Fitosanitario (Art. 10 de la Ley de Sanidad Vegetal).
3. Si durante la inspección se estableciere que el exportador ha incluido material vegetal u otros productos desechables, o ha incumplido las disposiciones de esta Ley (de Sanidad Vegetal), se negará el Certificado Fitosanitario y se aplicará las sanciones correspondientes (Art. 10 de la Ley de Sanidad Vegetal)
4. Los interesados en exportar material o productos agrícolas en cualquiera de sus formas deben presentar una solicitud para obtener el Certificado Fitosanitario, en el cual deben consignar cierta información, como: nombre y dirección del exportador y del destinatario, nombre y cantidad en Kg. del producto a exportarse, medio de transporte, fecha de embarque, puerto y lugar de salida.
5. Los Inspectores de Sanidad o Cuarentena podrán solicitar la colaboración de la Fuerza Pública para afianzar el cumplimiento de sus funciones, de manera que se efectúe la salida, del país, del producto agrícola en buen estado sanitario y de conformidad con los requisitos de exportación de país del destino (Art. 32 del Reglamento a la Ley de Sanidad Vegetal).
6. Los Certificados Fitosanitarios serán numerados en forma ordinal. No presentarán alteraciones y serán del modelo adoptado por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) (Art. 34 de la Ley de Sanidad Vegetal).

2.2.6.2. Sistema de inspección y certificación

Previo a la concesión del certificado fitosanitario para la exportación y la inspección de rigor, el funcionario de cuarentena revisará los requerimientos de las autoridades fitosanitarias del país de destino del producto, a fin de incluir una declaración adicional en dicho certificado y de esta manera dar cumplimiento con las directrices y recomendaciones de organismos internacionales como la CIPF y la OMC, así como de organismos regionales como CAN, OIRSA, COSAVE, etc.

2.2.6.3. Normas de calidad

“En Estados Unidos los frutos son calificados de acuerdo al grado de calidad, existiendo tres categorías para el limón procedente de otros países:

- **U.S. N° 1.-** En esta categoría se registran los limones firmes, bien formados, de suave textura, libres de enfermedades y daños causados por el frío. Cada fruta debe ser de coloración verde por lo menos en las $\frac{3}{4}$ partes de su superficie. La textura debe ser suave y no debe estar afectada por temperaturas bajas. Bajo este grado el producto deberá tener un contenido de jugo, no inferior al 42% de su volumen.
- **U.S. N° 2.-** Incluye los frutos relativamente firmes, poco rugosos y libres de enfermedades, daño mecánico; daños por frío; quemaduras, suciedad o decoloración. El 50% de su superficie debe presentar una coloración verdosa. No más del 10% puede no cumplir con el color y el grado, y máximo el 5% por enfermedades.
- **U.S. Combination.-** Es una combinación de los grados 1 y 2; los frutos deben cumplir mínimo con el 60% de las reglas de la U.S. N° 1. Los lotes que son muy pálidos, son designados “U.S. Combination Mixed Color”, y los amarillentos por maduración normal “U.S. Combination Turning”.

2.2.7. La necesidad del empaque

Según FAO (1987) el empaque de frutas y hortalizas debe satisfacer los requerimientos tanto del producto como del mercado. La naturaleza perecible de los productos frescos significa que el empaque es una inversión necesaria a fin de:

- Proteger el producto en todas las etapas del proceso de mercadeo desde el productor al consumidor.
- Eliminar la manipulación individual del producto para de este modo, acelerar el proceso de mercadeo.
- Uniformizar el número de unidades del producto por envase de modo que todos los comerciantes manejen cantidades estandarizadas.

En la mayoría de los países en desarrollo el empaque de los productos frescos puede no existir o ser básico, aunque hay casos específicos de que se persigue activamente el desarrollo del envase, por lo general esto constituye una excepción.

La mejora del empaque se cita a menudo como una gran meta para el desarrollo del mercado y prevención de pérdidas poscosecha. En ocasiones se sugiere una forma particular de envase, el que es probado, y cuando falla, todos los planes para futuras pruebas se olvidan. El muy bajo valor de la mayoría de los productos frescos reduce el desarrollo de los envases y la introducción de materiales básicos de costo relativamente pequeño, y poco sofisticados. Sin embargo la perecibilidad de los productos frescos justifica buscar cualquier mejora en materia de empaque, siempre que muestre algún beneficio sobre la calidad de poscosecha y pueda justificarse económicamente.

2.2.8. Definiciones

- **Términos Estadísticos utilizados**

Lote.- Es cualquier cantidad de material con características similares, provenientes de una fuente común. INEN 618.

Muestra elemental.- Es una porción de material o un artículo individual extraído al azar de un lote. INEN 618.

Muestra para Laboratorio.- Cantidad pequeña del material, representativa de la calidad del lote obtenida por un nuevo fraccionamiento de la muestra elemental destinada a los ensayos de laboratorio. INEN 618.

Muestreo Aleatorio Simple.- Muestra seleccionada de manera que cada integrante de la población tenga la misma probabilidad de quedar incluido. Masón (2002).

- **Términos utilizados en Análisis Físicos**

Cáscara.- Corteza o pericarpio con aspecto de piel, que presenta varias glándulas oleosas y una porción jugosa y gruesa compuesta por varios lóculos en forma de cuña. Rost *et al* (1992).

Densidad.- La densidad (o masa específica) de un cuerpo es la relación entre su masa y su volumen, o sea: Ribeiro y Albarenga (2001).

$$p = \frac{m}{v} \quad \text{Unidad SI } \frac{kg}{m^3}$$

Forma.- Los sólidos se caracterizan porque poseen forma propia. Acosta (1992).

Índice de Refracción.- Es la relación entre velocidad de una luz en el vacío y en la sustancia, que según las leyes de la óptica clásica, es lo que determina la desviación que experimenta un rayo de luz que oblicuamente pasa del vacío al medio en cuestión. Maier (1981).

Jugo fresco de limón.- Es el producto obtenido de la primera expresión de limones (frutos del *Citrus limonum*) frescos y maduros. INEN 435

Peso.- El peso de un cuerpo es la fuerza de atracción que la Tierra ejerce sobre el cuerpo. $P = mg$. Unidad SI = Newton (N). Acosta (1992).

Fruto.- Es el ovario maduro de una flor; puede estar formado por otras partes florales. Los frutos son estructuras auxiliares en el ciclo de vida sexual de las plantas y sólo se presentan en las antofitas. Rost *et al* (1992).

Semilla.- Está formada por el embrión, rodeada por el endospermo a los restos del mismo y la cubierta de la semilla, que es producida por los tegumentos del esporofito paterno. Jensen (1988).

Volumen.- Se relaciona con el espacio que ocupa un sistema material, sea sólido, líquido o gas. La unidad de volumen en el Sistema Internacional es el metro cúbico (m^3), aunque en el caso de fluidos suele emplearse el litro. Las equivalencias entre estas unidades son: $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro} = 10^{-3} \text{ m}^3$. Membriela (1999).

- **Términos utilizados en Análisis Químicos**

Acidez Titulable .- Además del grado de acidez, que es expresado por el pH, el contenido de ácido en un alimento informa sobre la formulación del producto, se suele concretar valorando con hidróxido sódico y un indicador. Los resultados se dan en términos del ácido que más predomina. Larrañaga *et al* (1999).

Agua.- Sustancia presente en todos los alimentos en mayor o menor proporción, los alimentos naturales poseen de 60 a 95% de este líquido vital en su composición, se la expresa como humedad, agua y sólidos totales. Larrañaga *et al* (1999).

Azúcares Reductores.- Monosacárido, que es oxidado por el reactivo de Fehling, en caliente. INEN 266 (1978).

Calcio.- El calcio es uno de los principales minerales de las frutas. En el caso del jugo de limón, las concentraciones de iones calcio oscilan bastante. Los valores superiores a 250 mg/l indican la utilización ilegal de aditivos. Matissek *et al* (1998).

Carbohidratos.- Desde el punto de vista químico son compuestos ternarios formados por C, H y O; son polihidroxicetonas. Los carbohidratos son un grupo de compuestos comunes a los sistemas vivos y con los cuales estamos en contacto a diario. El nombre de glúcidos o azúcares se debe a su sabor dulce, aunque no todos tienen esta propiedad como ocurre con el algodón, la celulosa, etc. Armendaris (2002).

Cenizas .- Cuando se habla de cenizas se remite al residuo inorgánico que queda tras eliminar totalmente los compuestos orgánicos existentes en la muestra, si bien hay que tener en cuenta que en él no se encuentran los mismos elementos que en la muestra intacta, ya que hay pérdidas por volatilización y por conversión e interacción entre los constituyentes químicos. Larrañaga *et al* (1999).

Densidad relativa.- Es la relación entre la densidad de un producto y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada. INEN 391

Extracto Seco.- Es la cantidad de sólidos totales presentes en una muestra, entendiéndose por sólidos totales las sustancias que no volatilizan bajo condiciones de secado. INEN 382, (1985).

Fibra.- Son los componentes de las paredes celulares de los vegetales, y no pueden ser digeridos por las enzimas del intestino. Pizarro (1988:61) Para la determinación de fibra se utilizó el Método de Weende, o de Scharrer-Kucschnner en este método y procedimiento se basa la AOAC al igual que la ISO 5498.

Fósforo.- Peso atómico 30,98. Número atómico 15. Es un metaloide que existe en diversas formas alotrópicas. La más activa es el llamado fósforo blanco o amarillo, el cual es blando, translúcido, de color blanco o amarillento, aspecto céreo y fractura cristalina. D = 1,83; P.f. 44°, con sobrefusión; Pe. 287°. Es insoluble en agua, pero soluble en sulfuro de carbono, aceite de oliva, benceno y otros disolventes orgánicos; es fosforescente al aire, debido a que se oxida débilmente, y prende fuego con facilidad en cuanto se calienta es muy venenoso. Dejándolo en reposo durante algún tiempo se transforma lentamente en fósforo rojo el cual es mucho menos reactivo y no venenoso. El fósforo existe en la naturaleza, al estado de fosfatos minerales, blancos o duros. Es un elemento esencial de los tejidos vivos y se presenta en los huesos, al estado de fosfato cálcico. Miall (1988).

pH.- (Potencial de Hidrógeno). Es la medida de acidez o basicidad de una disolución definida como el logaritmo decimal del inverso de la concentración (o actividad) de los iones hidrónico. (H_3O^+). Larrañaga *et al* (1999).

$$pH = \text{Log} (1/ [H_3O]^+)$$

Potasio.- k. Número atómico 19. Peso atómico 39,096. P.f. 62,5°; P.e. 762°; D = 0,859. Su estructura cristalina es cúbica y centrada, a = 5,333 Å. El potasio se encuentra muy repartido en la naturaleza; en las rocas primarias, al estado del feldespato denominado ortoclasa, $6SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot K_2O$; en las plantas vivas, al estado de oxalato, tartrato, etc.; en los animales vivos existe en la sangre. Es un metal muy ligero y de color blanco argentino. Resulta estable con el seno del aire o del oxígeno secos, pero se altera y se corroe con rapidez en presencia de

humedad. Reacciona violentamente con el agua fría y el hidrógeno que se desprende arde, debido al gran calor desarrollado en la reacción. Miall (1988).

Proteína .-Son compuestos que están formados por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), siendo este último el elemento característico para la denominación de sustancias nitrogenadas y algunas de ellas contienen azufre fósforo y hierro. Pizarro (1988).

Vitamina A.- (Anti xeroftálmica).- Se encuentra solamente en los tejidos animales, como en la yema del huevo, aceites de pescado, en las plantas existe como provitamina, llamados carotenos, que en el organismo se transforma en vitamina A, se encuentra en la zanahoria, espinaca, berro, tomate. Armendaris (2002).

Vitamina C.- Ácido Ascórbico. Es hidrosoluble; se encuentra en muchos vegetales y frutos frescos, intervienen en muchos procesos metabólicos, y su déficit ocasiona el escorbuto. Strohecker (1967).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.1.1 Materiales de Vidrio

Probetas, balones Kjeldahl, balones de aforo, balones de extracción fondo plano, pipetas, tubos de ensayo, embudo Buchner, quitasato, termómetros, cápsulas de porcelana, vasos de precipitación, crisoles, buretas, tubos refrigerantes, erlenmeyers, micro buretas.

3.1.2 Equipos

Balanza analítica, balanza gramera, calibrador, potenciómetro, penetrómetro, base de calentamiento y agitación, refractómetro de Abbe, licuadora, estufa, mufla, macro Kjeldahl, mecheros, cocineta eléctrica, utensilios de cocina.

3.1.3 Reactivos

Agua destilada, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido acético glacial, ácido metafosfórico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, cloroformo, peróxido de potasio, peróxido de cobre, acetato de plomo, licor Feehling A, licor Feehling B, oxalato

de amonio, ácido bórico, diclorofenol-indofenol, rojo de metilo, azul de metileno, verde de bromocresol, fenolftaleina, cloruro de calcio.

3.1.4 Materia Prima Vegetal

Frutos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle) en tres grados de madurez: verde, pintón y maduro, proveniente del cantón Portoviejo, sector La Balsita km. 12 ½ vía a Rocafuerte de la finca Santa Gema propiedad del Ing. Ramón Honorato Navia Navia.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.1 Ubicación de Finca Santa Gema

Provincia:	Manabí
Cantón:	Portoviejo
Sector:	La Balsita km 12 ½ vía a Rocafuerte
Finca:	Santa Gema
Temperatura promedio:	18° C
Altitud:	65 m.s.n.m

3.2.2 Manejo específico del experimento.

- **Muestreo.-** Este se realizó de acuerdo a la NTE INEN 1750 y se efectuó en la finca.
- **Tratamiento previo.-** Para los análisis físicos se utilizó el fruto entero, salvo para el caso de índice de refracción donde se preparó la muestra según la NTE INEN 380; mientras que para los análisis químicos se usó solo el jugo y se lo preparó según los requerimientos para cada análisis.

3.2.3 Especificaciones para la toma de datos:

- **Propiedades Físicas:**

Grados de Madurez:	3 (verde, pintón y maduro)
Número de mediciones :	90
Total mediciones:	270

- **Propiedades Químicas:**

Grados de Madurez:	3 (verde, pintón y maduro)
Número de mediciones:	9
Total mediciones:	27

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Preparación de la muestra

3.3.1.1. Grado de Madurez

Para determinar el grado de madurez se tomó en cuenta la resistencia a la penetración del fruto del limón sutil, tomándose en cuenta frutos en estado verde con una resistencia mínima de 69,80 y máxima de 78,80; en el estado pintón con resistencia mínima de 62,80 y máxima de 69,50 y finalmente en el estado maduro con una resistencia mínima de 52,90 y máxima de 59,60. Éstos valores están expresados en kg/cm^2 .

3.3.1.2. Extracción del jugo del limón sutil.

Previa la selección de la fruta sana y en condiciones higiénicamente aceptables, se cortó en mitades para luego proceder a extraer el jugo manualmente de cada fruto

seleccionado y según el análisis se guardó en un recipiente hermético bien tapado y en refrigeración.

3.3.2 Propiedades físicas

- **Tamaño**

Se midió los diámetros longitudinal y transversal con un pie de rey.

- **Forma**

Se tomó como referencia figuras geométricas y se evaluó ópticamente.

- **Peso Unitario**

Se utilizó una balanza marca Sartorius con precisión de ± 0.1 g.

- **Volumen**

Se sumergió la fruta en un recipiente de 200 ml con un volumen de agua destilada definido, y por diferencia de alturas se determinó el volumen desplazado, que corresponde al volumen de la fruta.

- **Densidad**

Se determinó mediante la relación de masa y volumen.

Cálculo:

$$d = m/v$$

Donde:

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

m = masa (g)

v = volumen (cm³)

- **Porcentaje de Residuos internos, Cáscara, Semilla y Jugo del limón sutil.**

Se realizó pesando la fruta entera y cada una de las partes que la conforman como son: cáscara, semillas, residuos internos y jugo para luego proceder a dividir este peso para el peso total de la fruta y multiplicar por 100 para obtener el porcentaje respectivo de cada uno.

Cálculo:

% cáscara = $(pcsc/pfirt) 100$

% semilla = $(psm/ pfirt) 100$

% residuos internos = $(pri/ pfirt) 100$

% jugo = $(pjpg/ pfirt) 100$

Donde:

pcsc = porcentaje de cáscara

psm = porcentaje de semilla

pjpg = porcentaje de jugo

pri = porcentaje de residuos internos

pfirt = peso del fruto

- **Resistencia a la Penetración**

Se utilizó un penetrómetro en unidades (kg/cm²).

- **Índice de Refracción**

Se determinó según la NTE INEN 380.

3.3.3 Propiedades químicas

- **Densidad Relativa**

Se determinó según la NTE INEN 391.

La densidad relativa a 20/20° C se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Donde:

d = densidad relativa a 20/20° C

m₁ = masa del picnómetro vacío, en g

m₂ = masa del picnómetro con agua, en g

m₃ = masa del picnómetro con la muestra, en g

- **Porcentaje de Agua y Sólidos Totales**

Se realizó según la NTE INEN 382.

Cálculo:

$$\%H = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m)] \times 100$$

$$\% S.T. = 100\% - \% H$$

Donde:

%H = porcentaje de humedad

m₂ = peso final (constante) del crisol más la muestra seca

m_1 = peso del crisol más la muestra fresca(húmeda)

m = peso del crisol sólo tarado y desecado

% S.T. = porcentaje de sólidos totales

- **Porcentaje de Fibra**

Método de Scharrer-Kucschnner

Cálculo:

$$\% \text{ FIBRA} = [(W_2 - W_3) / (W_1 - W)] \times 100$$

Donde :

% fibra = porcentaje de fibra

W = peso del crisol tarado

W_1 = volumen de la muestra

W_2 = peso constante del papel filtro más la fibra

W_3 = peso constante de los crisoles con la ceniza

- **Carbohidratos**

Método de Lane y Eynon.

Cálculo:

$$\% \text{ de Azúcares} = [(V_a \times F_c \times 100)] / V_c \times P$$

Donde:

% Azúcares = porcentaje de azúcares (reductores totales y libres)

V_a = volumen aforado

Fc = factor de la glucosa (0.00588)

Vc = volumen consumido

P = peso en gramos de la muestra

- **Porcentaje de Proteína**

Método Kjeldahl.

Cálculo :

$$\% N = [Vc \times NSO_4H_2 \times meq.g N \times 100] / p$$

$$\% P = \%N \times 6.25$$

Donde:

% N = porcentaje de nitrógeno

Vc = volumen de SO₄H₂ consumido de normalidad conocida

NSO₄H₂ = normalidad del ácido sulfúrico consumido

Meq.g N = miliequivalente gramo del nitrógeno

100 = en 100 g de muestra

p = peso en g de la muestra utilizada

% P = porcentaje de proteína

6,25 = factor de conversión del nitrógeno en proteína

- **Porcentaje de Cenizas**

Esta determinación se realizó, según la NTE INEN 401. No se utilizó el aceite de oliva.

Cálculo:

$$\% C = [(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)]$$

Donde :

% C = porcentaje de cenizas

m1 = masa del crisol vacío en gramos

m2 = masa del crisol con la muestra antes de (incineración) en gramos

m3 = masa del crisol con las cenizas, en gramos

- **Minerales (Potasio, Calcio, Fósforo)**

La determinación de los minerales antes citados se realizó utilizando el método Espectrofotométrico, en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

- **Vitamina A**

Método HPLC

Realizado en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

- **Vitamina C**

Realizado en los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte AOAC Oficial Method 967.21.

Cálculo:

mg de Ácido Ascórbico = $(X - B) (F/E) (V/Y)$

Donde :

X = promedio de ml de diclorofenol-indofenol consumidos

B = promedio de ml de diclorofenol-indofenol gastados en el blanco

F = mg ácido ascórbico equivalente a 1,00 ml de solución estándar de diclorofenol-indofenol

E = peso de la muestra

V = volumen al que se aforó el filtrado

Y = volumen de la alícuota titulada

- **pH**

Se determinó según NTE INEN 389.

- **Acidez Titulable**

Se realizó según la NTE INEN 381.

Cálculo:

$$\% \text{ Acidez} = (V1 \times N \times \text{meq.g ácido cítrico} \times 100) / V2$$

Donde:

% Acidez = porcentaje de acidez

V1 = volumen (ml) de NaOH gastados en la titulación

N = normalidad del hidróxido de sodio utilizado

meq.g ácido T = mili equivalente gramo del ácido cítrico

100 = en 100 gramos de muestra. (100%)

V2 = volumen de la alícuota de solución utilizada

- **Sólidos solubles**

La determinación se realizó según la NTE INEN 380.

3.4. MODELO ESTADÍSTICO

La experimentación se evaluó estadísticamente con un diseño provisto por el INEN, en los análisis físicos se realizaron treinta mediciones en cada estado con tres repeticiones, mientras que para los análisis químicos se realizaron tres mediciones con tres repeticiones por estado, los datos que se reportaron fueron los promedios de las repeticiones, se calculó el promedio, la desviación y el límite de confianza. En los análisis físicos se utilizó el valor de “t” tabular para la población con el 95% de acierto y 5% de error, y para los análisis químicos se utilizó el valor de “t” tabular para la muestra.

Tabla....

MUESTRA			
	M1	M2	M3
R1			
R2			
R3			
Promedio			
Desviación			
Lím. Conf.			

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PESO UNITARIO DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 1. Peso unitario en gramos del fruto del limón sutil obtenido en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	25.23	28.65	31.75
R2	26.66	28.90	34.34
R3	25.07	31.09	34.35
Promedio	25.65	29.55	33.48
Desviación	0.88	1.34	1.50
Límite confianza	23.88 - 26.18	27.72 - 31.21	33.09 - 37.90

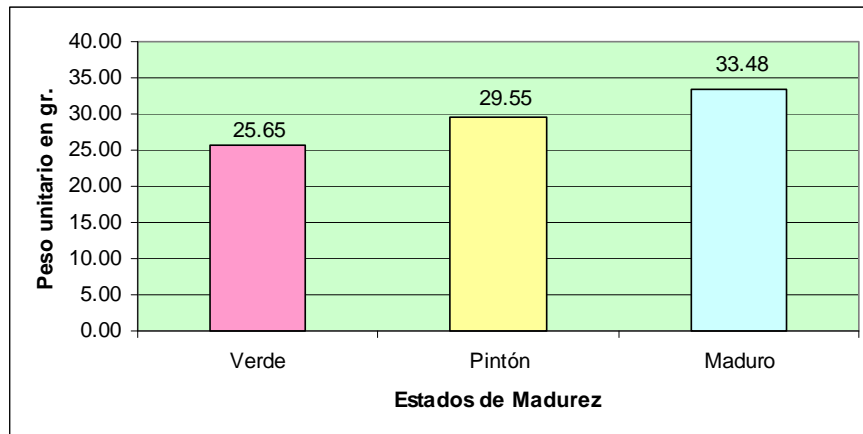


Gráfico 1. Peso unitario en gramos del fruto del limón sutil obtenido en tres estados de madurez.

El peso encontrado en el limón sutil fue de 33.48 g en estado maduro, 29.55 g en estado pintón y 25.65 g en estado verde (Gráfico 1).

4.2. VOLUMEN DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 2. Volumen del fruto del limón sutil en centímetros cúbicos, obtenido en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	26.60	29.12	33.13
R2	28.10	30.30	35.73
R3	26.45	32.52	35.72
Promedio	27.05	30.65	34.86
Desviación	0.91	1.73	1.50
Límite confianza	24.93 - 27.14	27.56 - 32.52	31.12 - 36.01

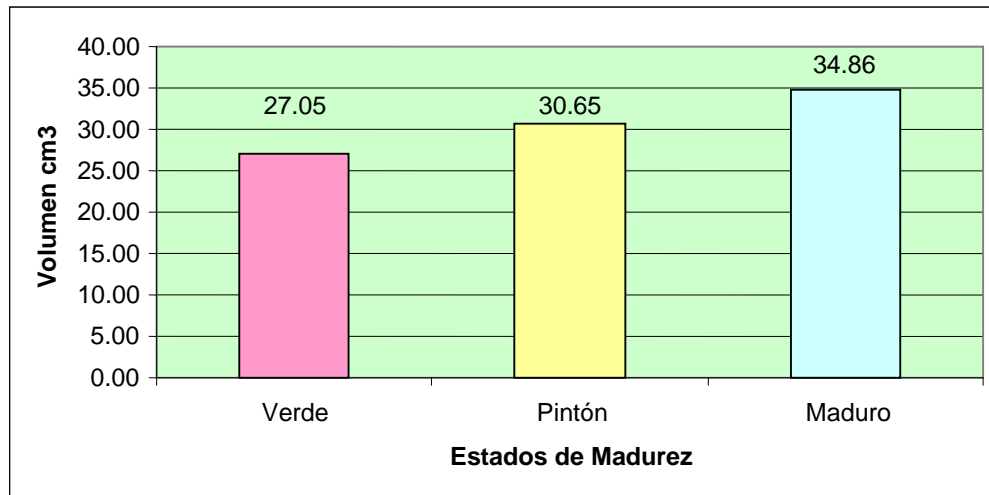


Gráfico 2. Volumen del fruto del limón sutil en centímetros cúbicos, obtenido en tres estados de madurez.

El volumen encontrado en el limón sutil en estado maduro fue de 34.86 cm³, 30.65 cm³ en estado pintón y 27.05 cm³ en estado verde (Gráfico 2).

4.3. DENSIDAD DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 3. Densidad del fruto del limón sutil en g/cm ³ obtenida en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	0.95	0.95	0.96
R2	0.95	0.95	0.96
R3	0.95	0.96	0.96
Promedio	0.95	0.95	0.96
Desviación	0.00	0.01	0.00
Límite confianza	0.95 - 0.95	0.95 - 0.96	0.96 - 0.96

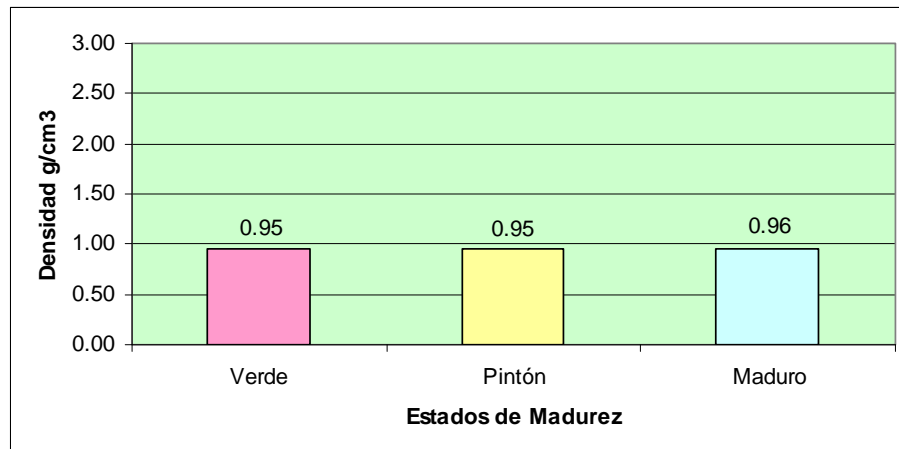


Gráfico 3. Densidad del fruto del limón sutil obtenida en tres estados de madurez.

La densidad del limón sutil fue de 0.95 g/cm³ en estado verde, 0.95 g/cm³ en estado pintón y 0.96 g/cm³ en estado maduro (Gráfico 3).

4.4. DIÁMETRO LONGITUDINAL DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 4. Diámetro longitudinal del fruto del limón sutil en cm obtenido en tres estados de madurez.

Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	3.61	3.84	3.88
R2	3.78	3.82	4.02
R3	3.65	3.94	4.04
Promedio	3.68	3.87	3.98
Desviación	0.09	0.06	0.09
Límite confianza	3.62 - 3.82	3.80 - 4.02	3.90 - 4.12

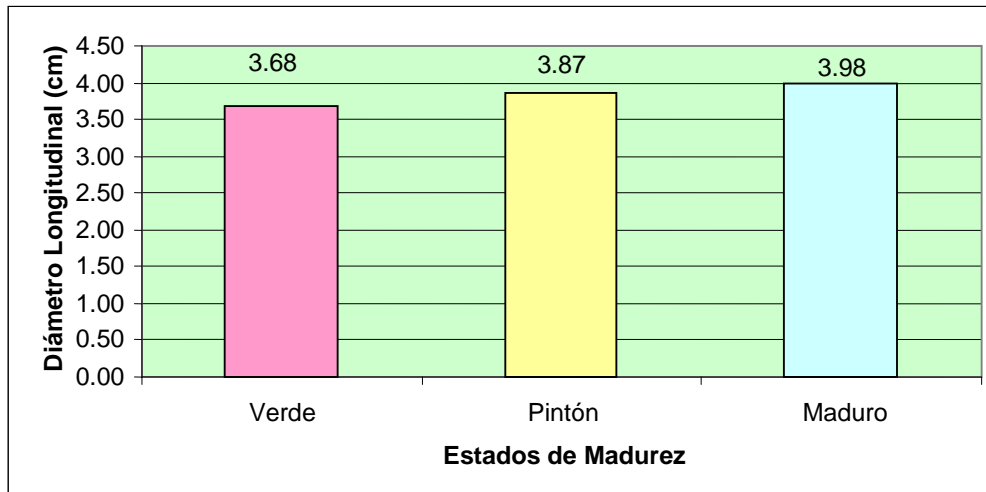


Gráfico 4. Diámetro longitudinal del fruto del limón sutil en cm obtenido en tres estados de madurez.

El diámetro del limón sutil fue de 3.68 cm en estado verde, 3.87 cm en estado pintón y 3.98 cm en estado maduro (Gráfico 4).

4.5. DIÁMETRO TRANSVERSAL DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 5. Diámetro transversal del fruto del limón sutil en cm obtenido en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	3.54	3.66	3.77
R2	3.58	3.66	3.91
R3	3.48	3.78	3.89
Promedio	3.53	3.70	3.86
Desviación	0.05	0.07	0.08
Límite confianza	3.46 - 3.61	3.63 - 4.78	3.85 - 4.07

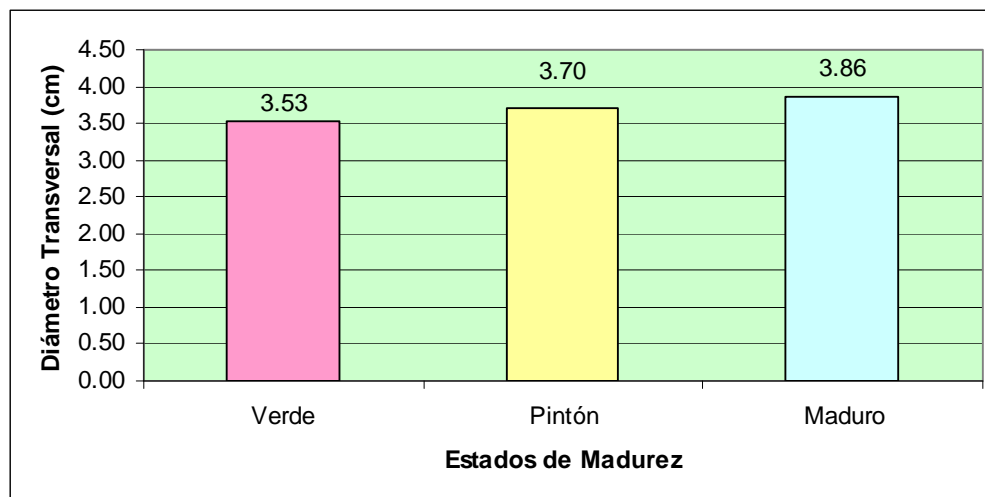


Gráfico 5. Diámetro transversal del fruto del limón sutil en cm obtenido en tres estados de madurez.

El diámetro transversal del limón fue de 3.53 cm en estado verde, 3.70 cm en estado pintón y 3.86 cm en estado maduro (Gráfico 5).

4.6. FORMA DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

El limón sutil se presenta en dos formas que son:

1. Ovoide u oval
2. Esférica o globosa.

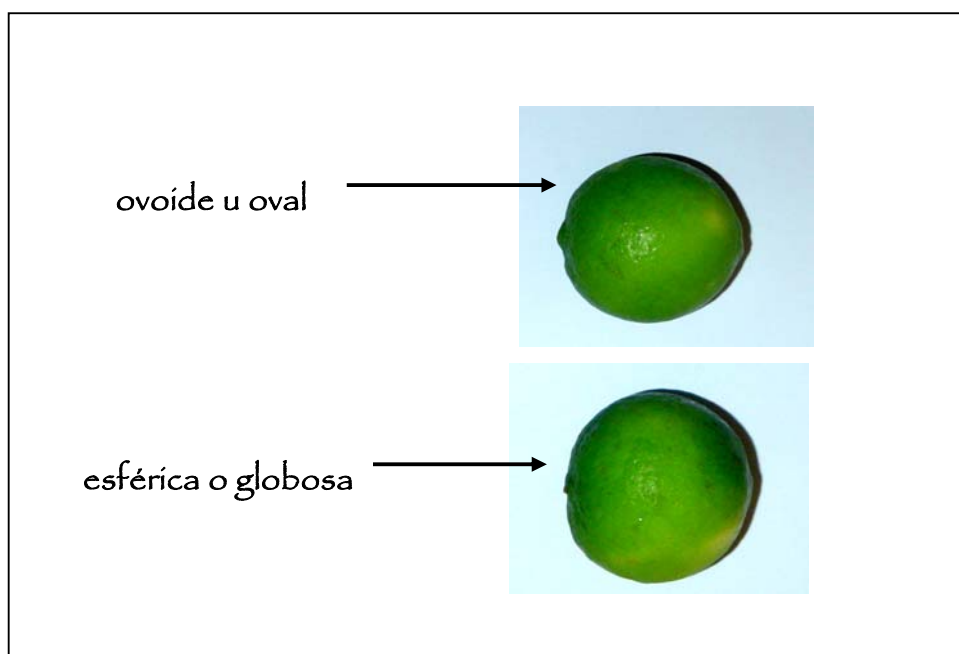


Gráfico 6. Forma del limón sutil.

4.7. PORCENTAJE DE CÁSCARA DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 7. Porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil mondada en tres estados de madurez.

Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	19.91	20.16	18.76
R2	19.68	20.03	18.91
R3	19.35	19.74	19.05
Promedio	19.65	19.98	18.91
Desviación	0.28	0.22	0.15
Límite confianza	18.98 - 20.04	19.01 - 20.24	18.06 - 19.46

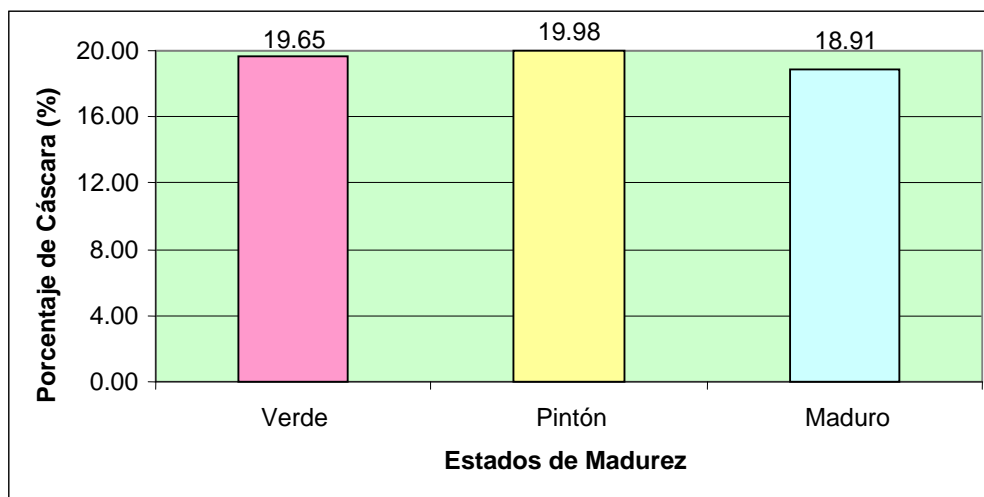


Gráfico 7. Porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil mondada en tres estados de madurez.

El porcentaje de cáscara del limón sutil en estado verde fue de 19.65 por ciento, en estado pintón con 19.98 por ciento y en estado maduro es de 18.91 por ciento (Gráfico 7).

4.8. PORCENTAJE DE RESIDUOS INTERNOS DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 8. Porcentaje de residuos internos del fruto del limón sutil extraídos en tres estados de madurez.

Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	41.31	35.80	30.66
R2	41.11	36.09	30.43
R3	41.96	36.16	30.28
Promedio	41.46	36.02	30.46
Desviación	0.44	0.19	0.19
Límite confianza	38.92 - 41.11	35.61 - 37.34	29.49 - 31.51

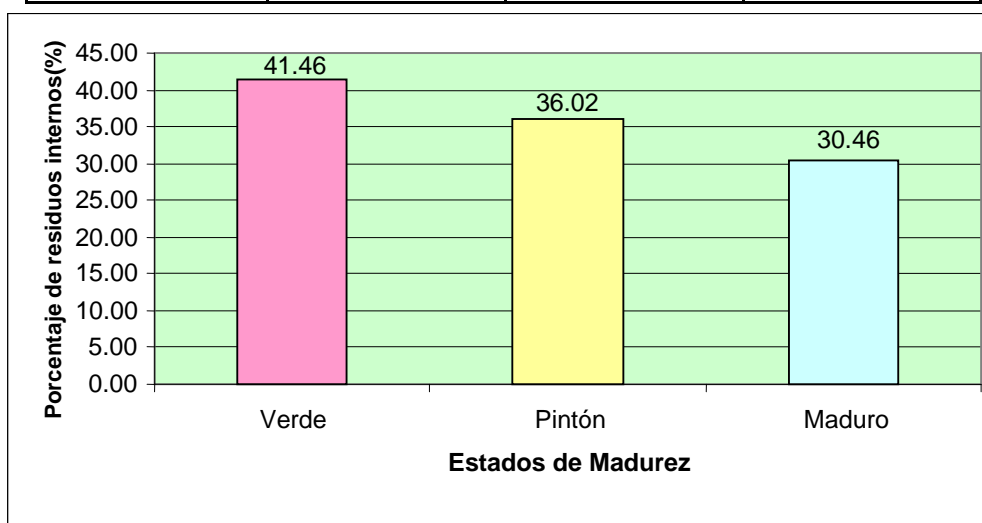


Gráfico 8. Porcentaje de residuos internos del fruto del limón sutil extraídos en tres estados de madurez.

El porcentaje de residuos internos del limón sutil en estado verde fue de 41.46 por ciento, en estado pintón de 36.02 por ciento y 30.46 por ciento en estado maduro (Gráfico 8).

4.9. PORCENTAJE DE JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 9. Porcentaje de jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	36.98	42.33	48.98
R2	37.40	42.19	48.95
R3	36.84	42.43	49.09
Promedio	37.07	42.32	49.01
Desviación	0.29	0.12	0.07
Límite confianza	35.88 - 38.03	41.56 - 42.93	48.26 - 49.83

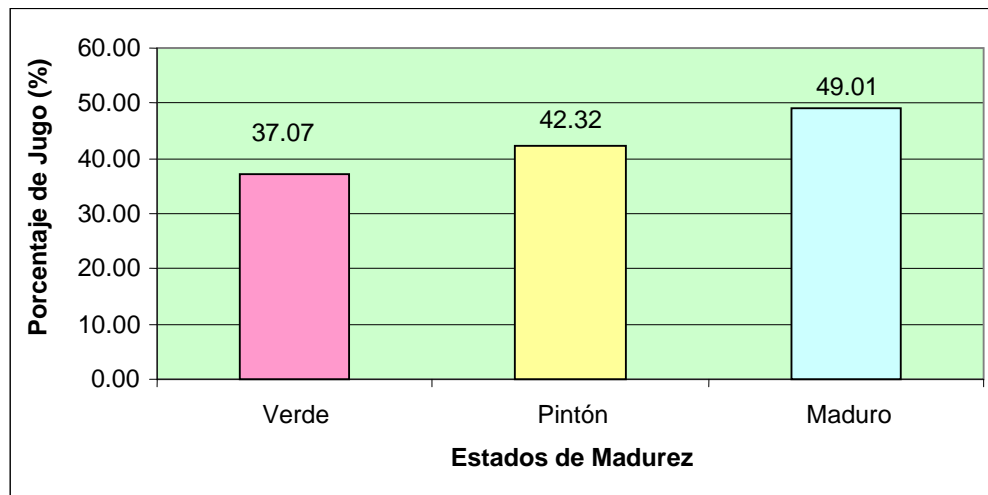


Gráfico 9. Porcentaje de jugo del fruto del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El porcentaje de jugo del limón sutil en estado verde fue de 37.07 por ciento, 42.32 por ciento en estado pintón y 49.01 por ciento en estado maduro (Gráfico 9).

4.10. PORCENTAJE DE SEMILLA DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL
(*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 10. Porcentaje de semillas del fruto del limón sutil extraídas en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	1.82	1.71	1.67
R2	1.76	1.69	1.71
R3	1.85	1.67	1.57
Promedio	1.81	1.69	1.65
Desviación	0.05	0.02	0.07
Límite confianza	1.61 - 1.98	1.53 - 1.77	1.56 - 1.83

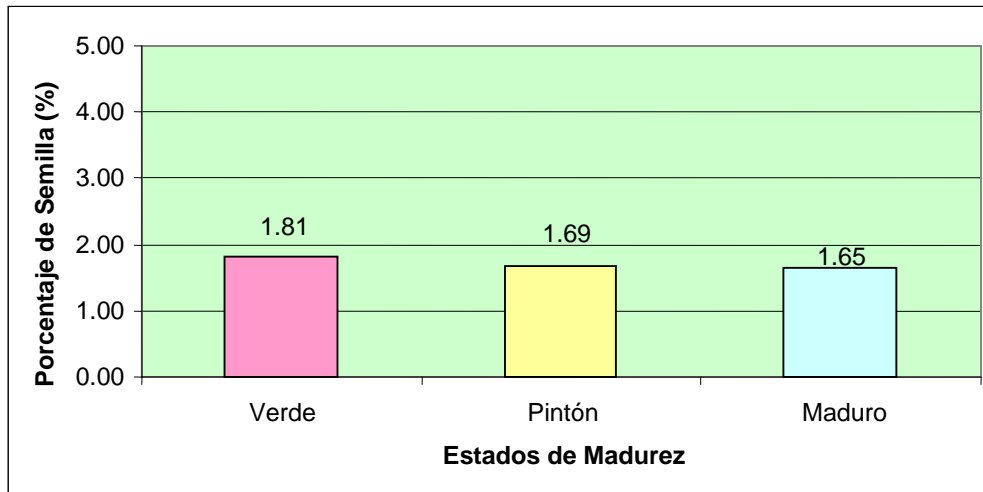


Gráfico 10. Porcentaje de semillas del fruto del limón sutil extraídas en tres estados de madurez.

El porcentaje de semilla en estado verde fue de 1.81 por ciento, en estado pintón 1.69 por ciento y en estado maduro 1.65 por ciento (Gráfico 10).

4.11. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 11. Resistencia a la penetración del fruto del limón sutil en kg/cm ² en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	72.64	65.79	55.41
R2	73.25	65.71	56.08
R3	72.75	65.77	56.45
Promedio	72.88	65.76	55.98
Desviación	0.33	0.04	0.53
Límite confianza	72.04 - 73.46	64.98 - 66.20	55.30 - 56.53

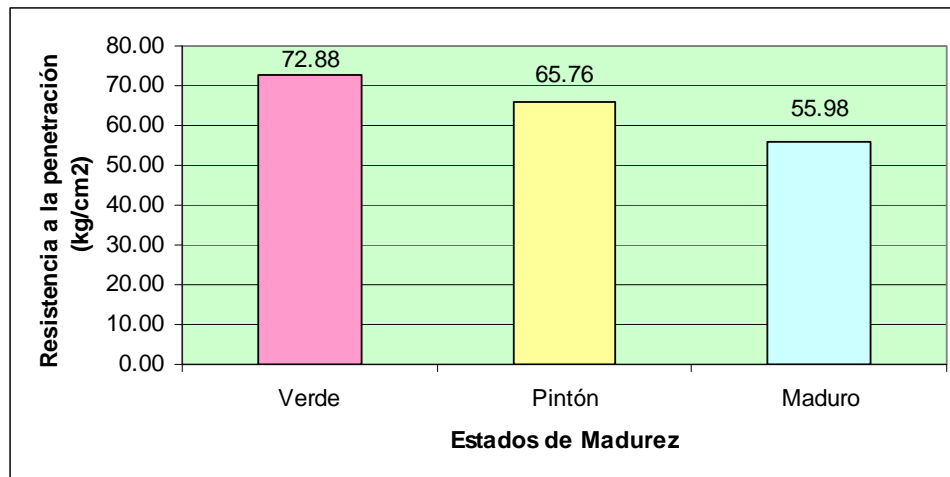


Gráfico 11. Resistencia a la penetración del fruto del limón sutil en tres estados de madurez.

El limón sutil en estado verde presentó 72.88 kg/cm² de resistencia a la penetración, en estado pintón 65.76 kg/cm² y en estado maduro 55.98 kg/cm² (Gráfico 11).

4.12. ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 12. Índice de refracción del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	1.34	1.34	1.34
R2	1.34	1.34	1.34
R3	1.34	1.34	1.34
Promedio	1.34	1.34	1.34
Desviación	0.00	0.00	0.00
Límite confianza	1.34	1.34	1.34

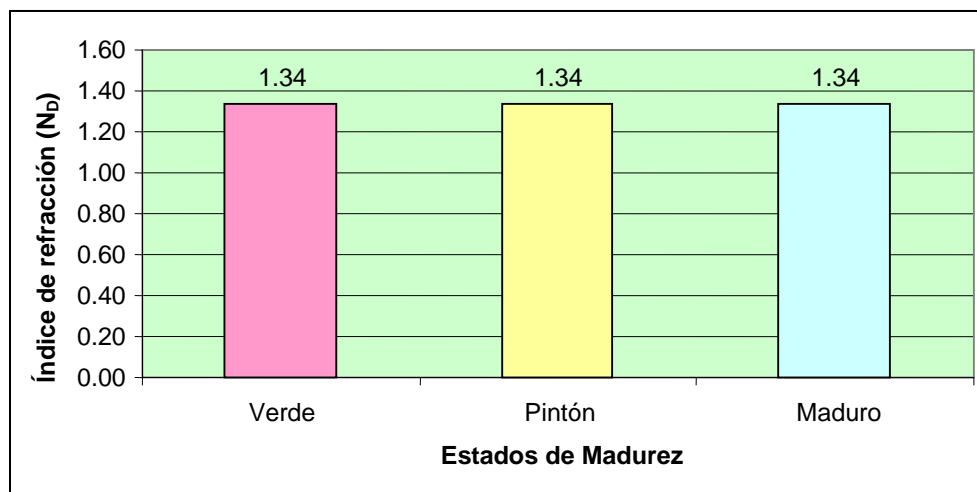


Gráfico 12. Índice de refracción del jugo del limón sutil extraído en 3 estados de madurez.

El índice de refracción fue de 1.34 en los tres estados de madurez (Gráfico 12).

4.13. PORCENTAJE DE AGUA DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 13. Porcentaje de agua del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	89.83	90.01	91.87
R2	88.91	89.92	92.05
R3	89.25	89.98	91.98
Promedio	89.33	89.97	91.97
Desviación	0.47	0.05	0.09
Límite confianza	88.99 - 89.65	89.93 - 90.02	91.88 - 92.05

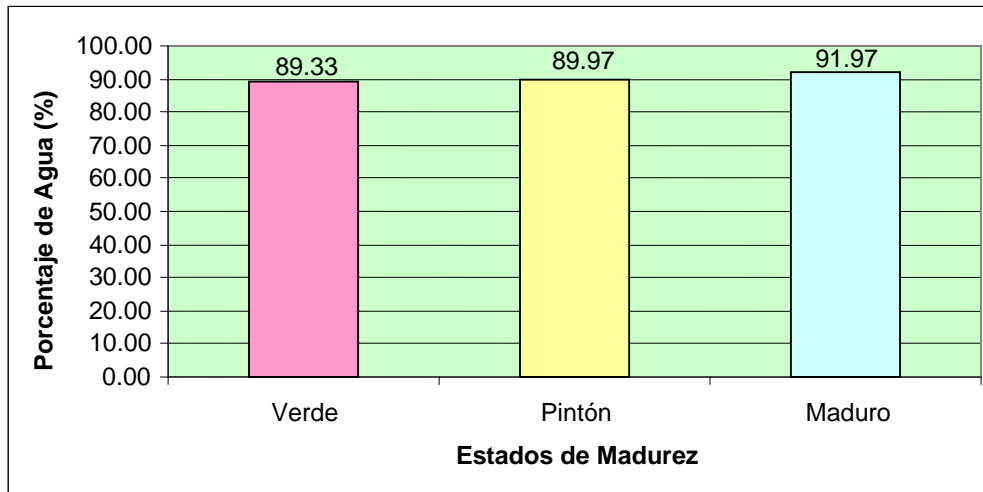


Gráfico 3. Porcentaje de agua del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El porcentaje de agua del jugo del limón sutil en estado verde fue de 89.33 por ciento, en estado pintón 89.97 por ciento y en estado maduro 91.97 por ciento (Gráfico 13).

4.14. PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 14. Porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	10.17	9.99	8.13
R2	11.09	10.08	7.95
R3	10.75	10.02	8.02
Promedio	10.67	10.03	8.03
Desviación	0.47	0.05	0.09
Límite confianza	10.23 - 10.89	9.98 - 10.08	7.90 - 8.16

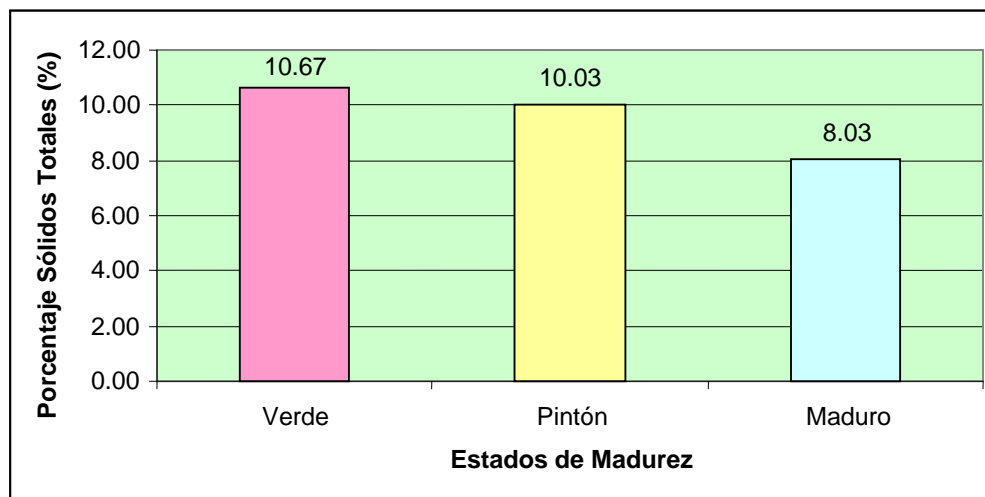


Gráfico 14. Porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

Los sólidos totales en estado verde fueron de 10.67 por ciento, en estado pintón 10.03 por ciento y en estado maduro 8.03 por ciento (Gráfico 14).

4.15. PORCENTAJE DE FIBRA DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 15. Porcentaje de fibra del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	0.12	0.14	0.11
R2	0.15	0.12	0.09
R3	0.13	0.12	0.11
Promedio	0.13	0.13	0.10
Desviación	0.02	0.01	0.01
Límite confianza	0.12 - 0.15	0.12 - 0.14	0.09 - 0.11

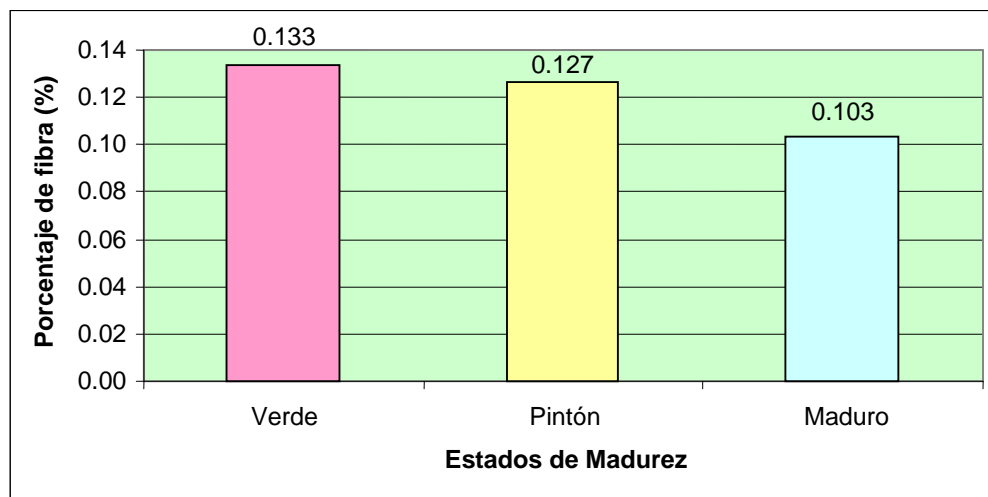


Gráfico 15. Porcentaje de fibra del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El porcentaje de fibra del jugo del limón sutil en estado verde fue 0.133 por ciento, en estado pintón 0.127 por ciento y en estado maduro 0.103 por ciento (Gráfico 15).

4.16. PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 16. Porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	8.73	8.55	6.62
R2	9.45	8.58	6.54
R3	9.27	8.59	6.53
Promedio	9.15	8.57	6.56
Desviación	0.37	0.02	0.05
Límite confianza	8.82 - 9.49	8.55 - 8.66	6.26 - 6.86

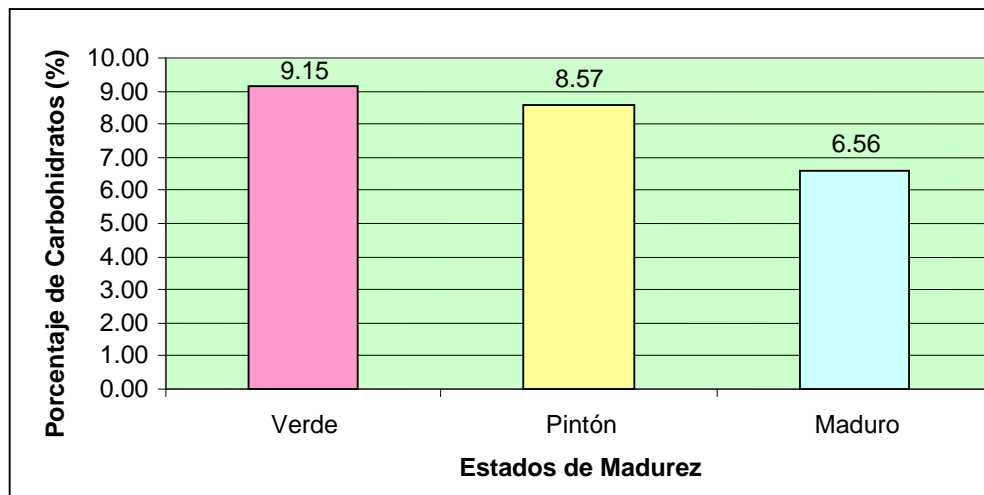


Gráfico 16. Porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

La presencia de carbohidratos en el estado verde del jugo del limón sutil fue de 9.15 por ciento, 8.57 por ciento en estado pintón y 6.56 por ciento en estado maduro (Gráfico 16).

4.17. PORCENTAJE DE PROTEÍNA DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 17. Porcentaje de proteína del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	1.10	1.05	1.13
R2	1.30	1.11	1.03
R3	1.15	1.07	1.09
Promedio	1.18	1.08	1.08
Desviación	0.10	0.03	0.05
Límite confianza	1.10 - 1.27	1.06 - 1.10	1.05 - 1.12

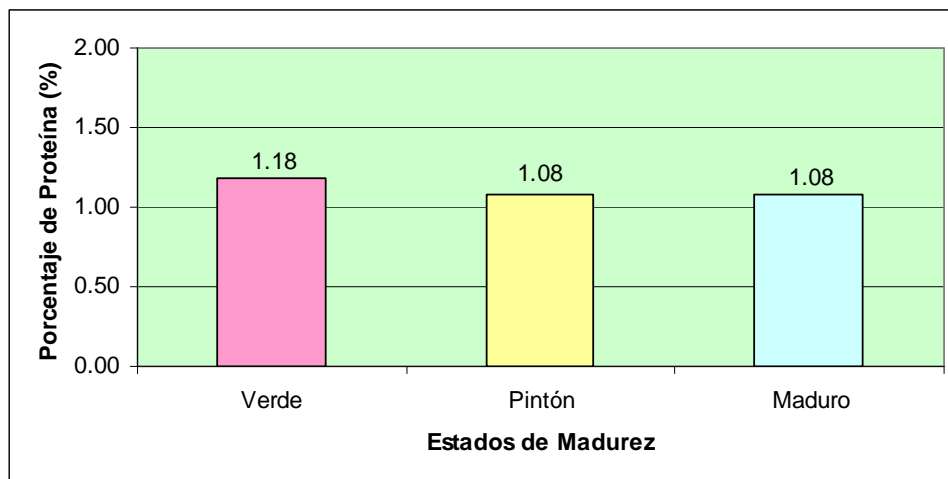


Gráfico 17. Porcentaje de proteína del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El porcentaje de proteína del jugo del limón sutil en estado verde fue de 1.18 por ciento, en estado pintón 1.08 por ciento y en estado maduro 1.08 por ciento (Gráfico 17).

4.18. PORCENTAJE DE CENIZAS DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL
(*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 18. Porcentaje de cenizas del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	0.22	0.25	0.27
R2	0.19	0.27	0.29
R3	0.20	0.25	0.29
Promedio	0.20	0.26	0.28
Desviación	0.02	0.01	0.01
Límite confianza	0.19 - 0.22	0.25 - 0.27	0.27 - 0.30

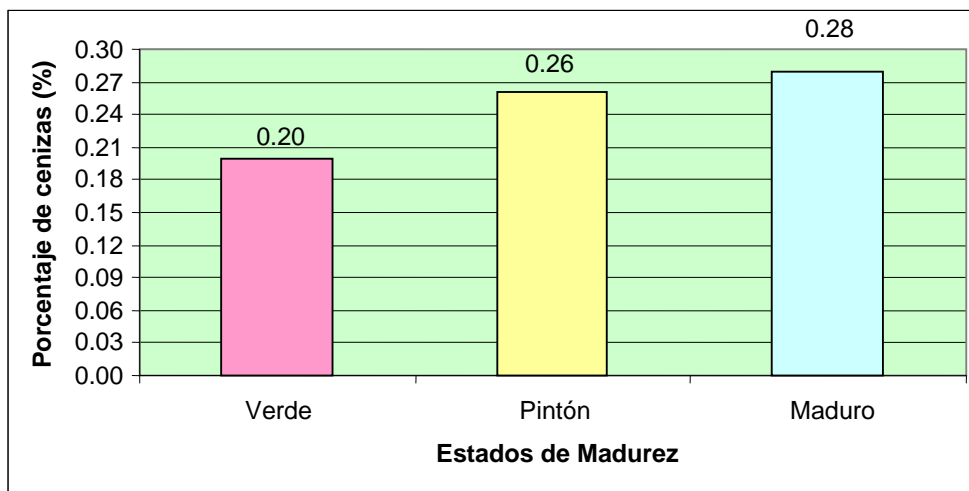


Gráfico 18. Porcentaje de cenizas del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El porcentaje de cenizas presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.20 por ciento, en estado pintón 0.26 por ciento y en estado maduro 0.28 por ciento (Gráfico 18).

4.19. CONTENIDO DE POTASIO DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 19. Contenido de potasio del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	132.00	118.00	115.00
R2	136.00	120.00	116.00
R3	134.00	123.00	119.00
Promedio	134.00	120.33	116.67
Desviación	2.00	2.52	2.08
Límite confianza	132.15 - 135.85	118.63 - 122.26	115.36 - 117.97

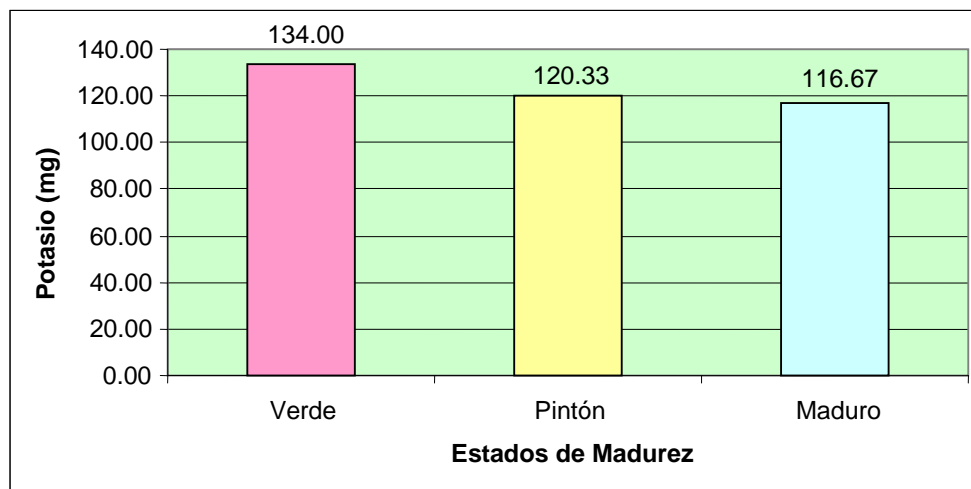


Gráfico 19. Contenido de potasio del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El contenido de potasio del jugo de limón sutil en estado verde fue de 134 mg, en estado pintón 120.33 mg y en estado maduro 116.67 mg (Gráfico 19).

4.20. CONTENIDO DE CALCIO DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Tabla 20. Contenido de calcio del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	19.00	17.00	14.00
R2	21.00	16.00	16.00
R3	20.00	19.00	19.00
Promedio	20.00	17.33	16.33
Desviación	1.00	1.53	2.52
Límite confianza	19.04 - 20.96	16.08 - 18.14	14.40 ; 18.27

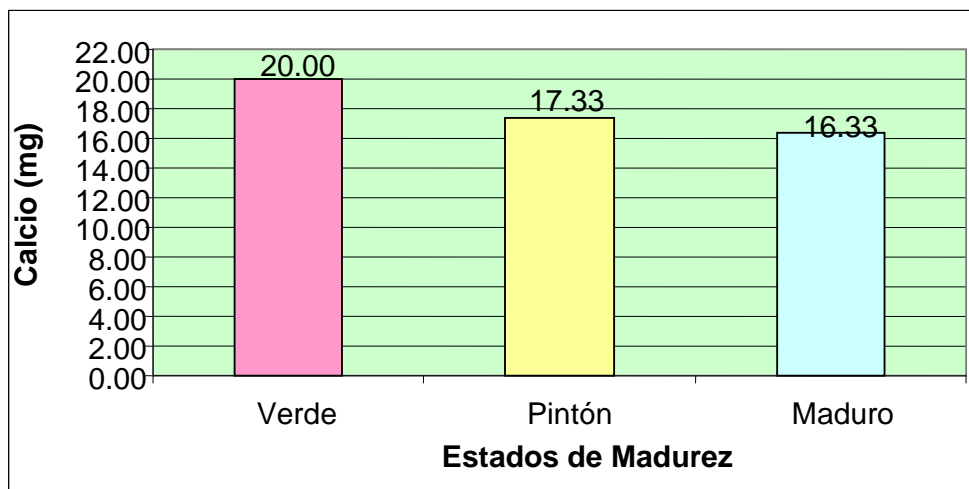


Gráfico 20. Contenido de calcio del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El contenido de calcio en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 20 mg, en estado pintón 17.33 mg y en estado maduro 16.33 mg (Gráfico 20).

4.21. CONTENIDO DE FÓSFORO DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL
(Citrus aurantifolia Swingle).

Tabla 21. Contenido de fósforo del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	16.00	12.00	12.00
R2	14.00	13.00	11.00
R3	16.00	15.00	14.00
Promedio	15.33	13.33	12.33
Desviación	1.15	1.53	1.53
Límite confianza	14.45 - 16.22	12.71 - 14.63	10.98 - 13.69

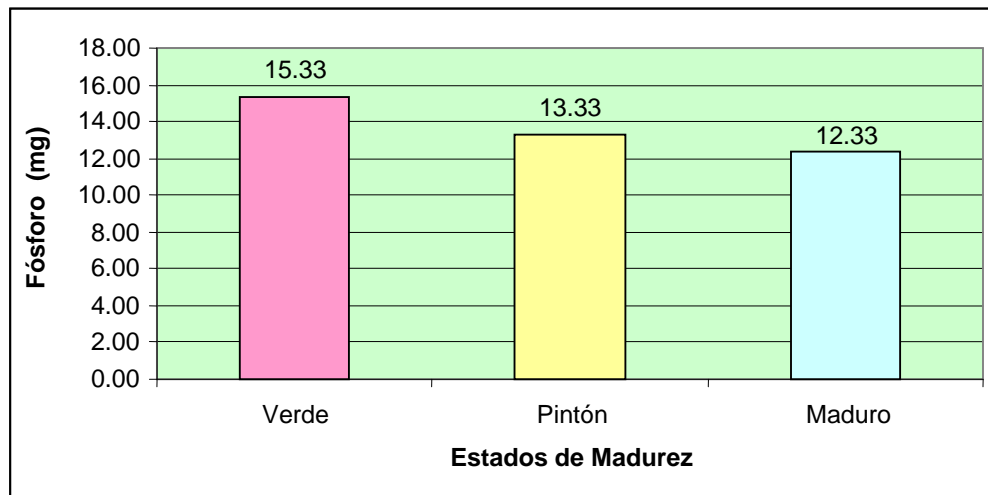


Gráfico 21. Contenido de fósforo del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El jugo del limón sutil en estado verde tuvo 15.33 mg de fósforo, en estado pintón 13.33 mg y en estado maduro 12.33 mg (Gráfico 21).

4.22. CONTENIDO DE VITAMINA A DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL
(*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 22. Contenido de vitamina A del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	22.00	19.00	17.00
R2	20.00	17.00	16.00
R3	19.00	19.00	14.00
Promedio	20.33	18.33	15.67
Desviación	1.53	1.15	1.53
Límite confianza	19.29 - 21.82	17.52 - 19.14	14.64 - 16.69

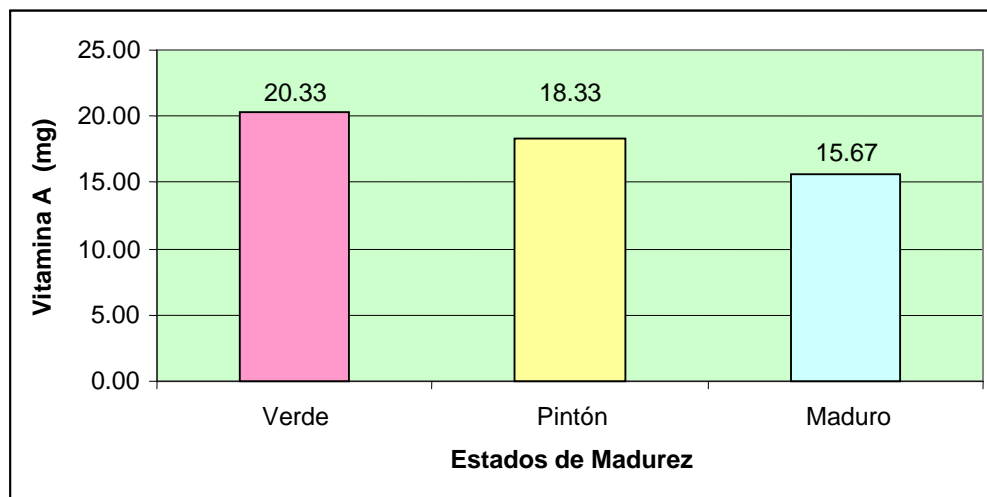


Gráfico 22. Contenido de vitamina A del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El contenido de vitamina A en estado verde fue de 20.33 mg, en estado pintón 18.33 mg y en estado maduro 15.67 mg (Gráfico 22).

4.23. CONTENIDO DE VITAMINA C DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL
(*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 23. Contenido de vitamina C del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	54.00	45.00	44.00
R2	57.00	47.00	43.00
R3	54.00	49.00	44.00
Promedio	55.00	47.00	43.67
Desviación	1.73	2.00	0.58
Límite confianza	38.68 - 57.99	45.73 - 48.49	42.71 - 44.18

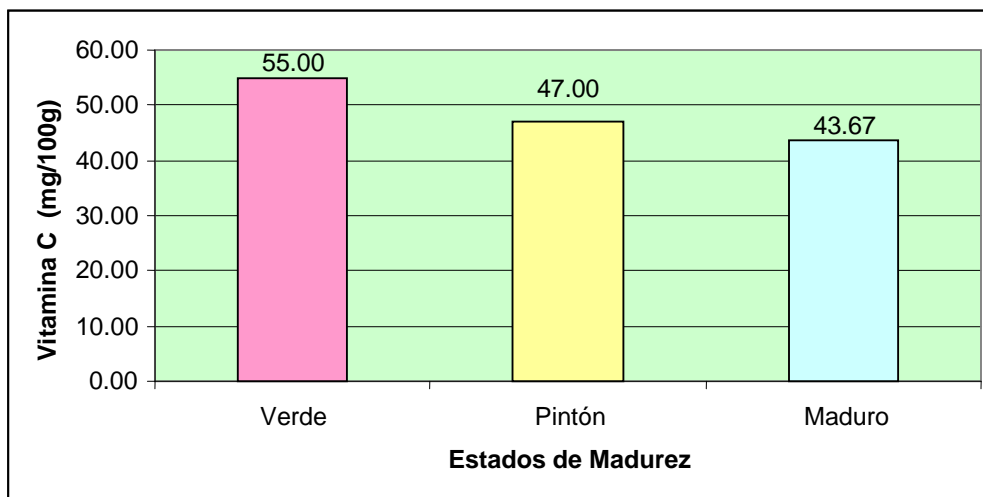


Gráfico 23. Contenido de vitamina C del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El jugo del limón sutil en estado verde tuvo 55 mg/100 g de vitamina C, en estado pintón 47 mg/100 g y en estado maduro 43.67 mg/100 g (Gráfico 23).

4.24. pH DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 24. pH del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	2.40	2.38	2.36
R2	2.39	2.37	2.37
R3	2.41	2.38	2.37
Promedio	2.40	2.38	2.37
Desviación	0.01	0.01	0.01
Límite confianza	2.40 - 2.41	2.37 - 2.39	2.36 - 2.37

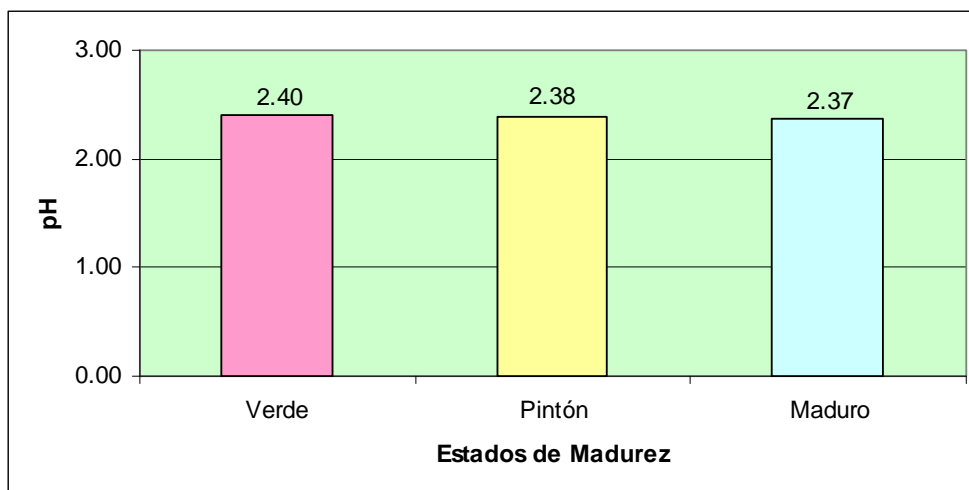


Gráfico 24. pH del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El pH del jugo del limón sutil en los tres estados fue el mismo; con los siguientes valores, en estado verde 2.40, en estado pintón 2.38 y en estado maduro 2.37 (Gráfico 24).

4.25. ACIDEZ TITULABLE DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 25. Acidez titulable (g/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	5.78	5.45	5.39
R2	5.77	5.51	5.39
R3	5.75	5.47	5.38
Promedio	5.77	5.48	5.39
Desviación	0.02	0.03	0.01
Límite confianza	5.75 - 5.78	5.45 - 5.50	5.37 - 5.40

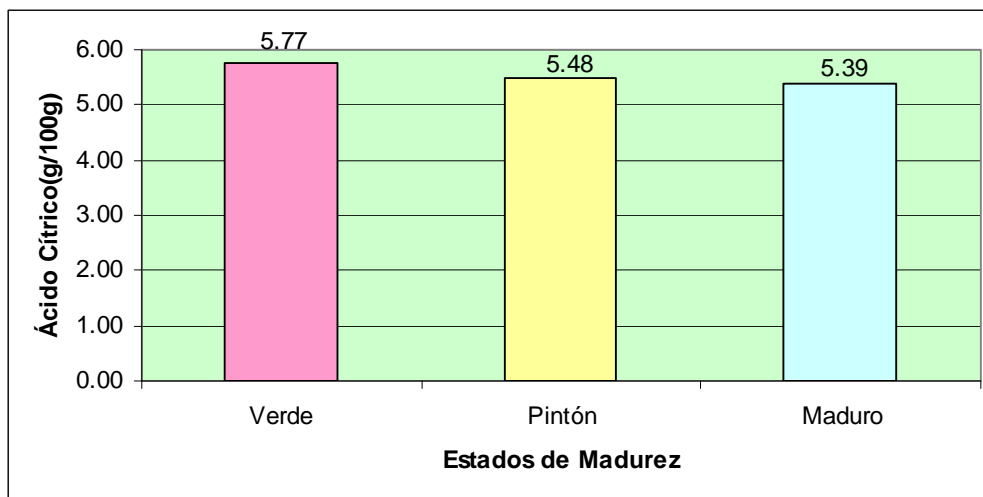


Gráfico 25. Acidez titulable (g/100g) del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

El contenido de ácido cítrico en el jugo del limón sutil fue similar en los tres estados, en estado verde 5.77 g/100 g, en estado pintón 5.48 g/100 g y en estado maduro 5.39 g/100 g (Gráfico 25).

4.26. SÓLIDOS SOLUBLES DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle) (°Brix).

Tabla 26. Sólidos solubles del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez (°Brix).			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	7.50	7.33	7.67
R2	7.33	7.83	7.67
R3	7.83	7.67	7.83
Promedio	7.56	7.61	7.72
Desviación	0.26	0.27	0.25
Límite confianza	7.36 - 7.75	7.41 - 7.82	7.53 - 7.91

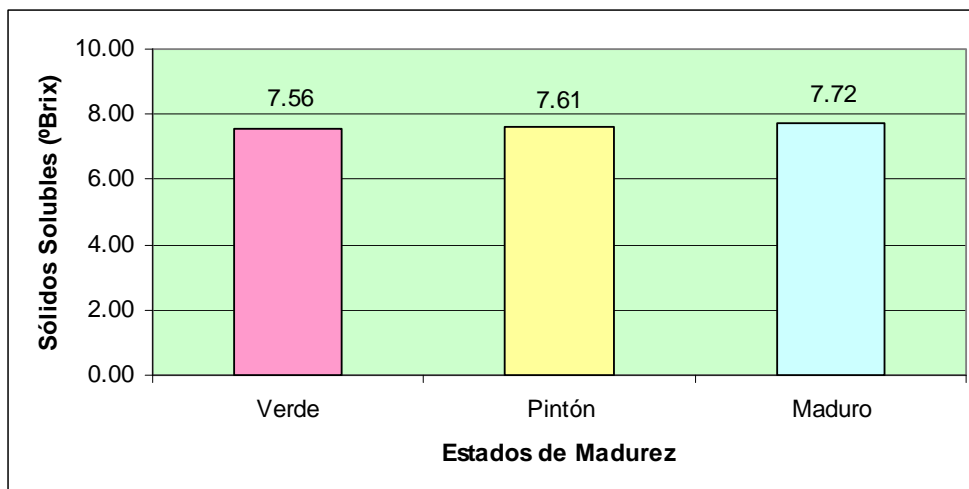


Gráfico 26. Sólidos solubles del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez (°Brix).

La presencia de sólidos solubles en el jugo del limón sutil en estado verde fue 7.56° Brix, en estado pintón 7.61° Brix y en estado maduro 7.72° Brix (Gráfico 26).

4.27. DENSIDAD RELATIVA DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 27. Densidad relativa del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.			
Repetición	Verde	Pintón	Maduro
	M1	M2	M3
R1	1.04	1.03	1.04
R2	1.04	1.04	1.03
R3	1.04	1.03	1.03
Promedio	1.04	1.03	1.03
Desviación	0.00	0.01	0.01
Límite confianza	1.03 - 1.04	1.03 - 1.04	1.03 - 1.04

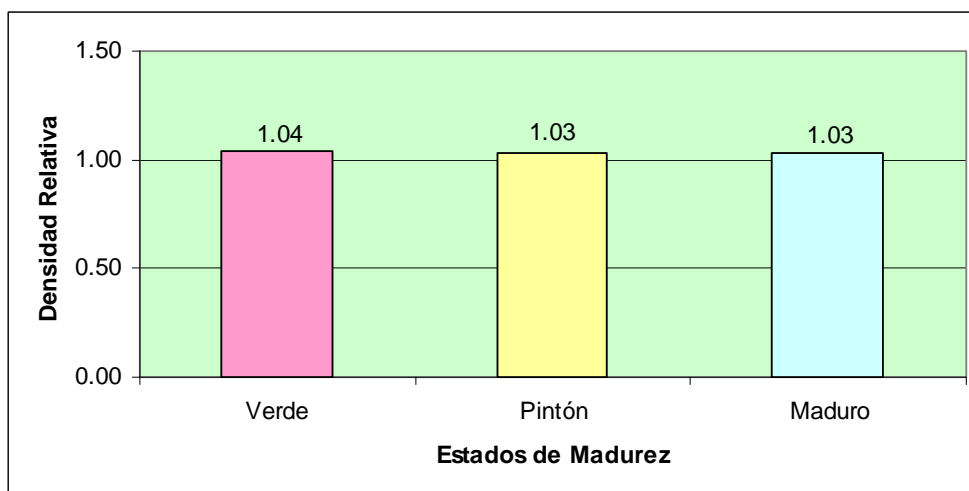


Gráfico 27. Densidad relativa del jugo del limón sutil extraído en tres estados de madurez.

La densidad relativa del jugo del limón sutil en estado verde fue de 1.04, en estado pintón 1.03 y en estado maduro 1.03 (Gráfico 27).

4.28. CARACTERÍSTICAS DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 28.1. Características del jugo del limón sutil en estado verde.		
Otras Características		Rango
pH	2.40	± 0.01
Acidez Titulable (% Ácido Cítrico) (g/100g)	5.77	± 0.01
Densidad Relativa	1.04	± 0.00
Sólidos Solubles (°Brix a 20° C)	7.56	± 0.04
Índice de Refracción (N _D)	1.34	± 0.00
Color	Verde	

Tabla 28.2. Características del jugo del limón sutil en estado pintón.		
Otras Características		Rango
pH	2.38	± 0.01
Acidez Titulable (% Ácido Cítrico) (g/100g)	5.48	± 0.02
Densidad Relativa	1.03	± 0.00
Sólidos Solubles (°Brix a 20° C)	8.44	± 0.02
Índice de Refracción (N _D)	1.34	± 0.00
Color		
	Verde amarillento	

Tabla 28.3. Características del jugo del limón sutil en estado maduro.		
Otras Características		Rango
pH	2.37	± 0.00
Acidez Titulable (% Ácido Cítrico) (g/100g)	5.39	± 0.02
Densidad Relativa	1.03	± 0.00
Sólidos Solubles (°Brix a 20° C)	8.67	± 0.09
Índice de Refracción (N _D)	1.34	± 0.00
Color	Amarillento	

4.29. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL JUGO DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Tabla 29.1. Composición química del jugo del limón sutil en estado verde.

Análisis		Rango
Humedad (%)	89.33	± 0.34
Extracto Seco (%)	10.67	± 0.33
Proteína (%)	1.18	± 0.09
Fibra Cruda (%)	0.13	± 0.02
Cenizas (%)	0.20	± 0.01
Carbohidratos totales (%)	9.15	± 0.34
Calcio (mg)	20.00	± 0.96
Fósforo (mg)	15.33	± 0.89
Potasio (mg)	134.00	± 1.85
Vitamina A (mg)	20.33	± 1.26
Vitamina C (mg/100g)	55.00	± 9.66

Tabla 29.2. Composición química del jugo del limón sutil en estado pintón.

Análisis		Rango
Humedad (%)	89.97	±0.05
Extracto Seco (%)	10.03	± 0.05
Proteína (%)	1.08	± 0.02
Fibra Cruda (%)	0.13	± 0.01
Cenizas (%)	0.26	± 0.01
Carbohidratos totales (%)	8.57	± 0.06
Calcio (mg)	17.33	± 1.03
Fósforo (mg)	13.33	± 0.96
Potasio (mg)	120.33	± 1.82
Vitamina A (mg)	18.33	± 0.81
Vitamina C (mg/100g)	47.00	± 1.38

Tabla 29.2. Composición química del jugo del limón sutil en estado maduro.

Análisis		Rango
Humedad (%)	91.97	±0.08
Extracto Seco (%)	8.03	± 0.13
Proteína (%)	1.08	± 0.04
Fibra Cruda (%)	0.10	± 0.01
Cenizas (%)	0.28	± 0.01
Carbohidratos totales (%)	6.56	± 0.30
Calcio (mg)	16.33	± 1.93
Fósforo (mg)	12.33	± 1.36
Potasio (mg)	116.67	± 1.31
Vitamina A (mg)	15.67	± 1.02
Vitamina C (mg/100g)	43.67	± 0.73

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- En el análisis físico del limón sutil, el peso unitario en estado verde fue de 25.65 g, en estado pintón 29.55 g y en estado maduro 33.48 g. (Véase p47).
- El volumen del fruto del limón sutil en estado verde fue de 27.05 g, en estado pintón 30.65 g y en estado maduro 34.86 g. (Véase p48).
- La densidad del fruto del limón sutil en estado verde fue de 0.95 g/cm^3 , en estado pintón 0.95 g/cm^3 y en estado maduro 0.96 g/cm^3 . Observándose que la densidad no varía de un estado de madurez a otro. (Véase p49).
- En el diámetro longitudinal del limón sutil se observó que en estado verde fue de 3.68 cm, en estado pintón 3.87 cm y en estado maduro 3.98 cm. (Véase p50).
- El diámetro transversal del fruto del limón sutil en estado verde fue de 3.53 cm, en estado pintón 3.70 cm, y en estado maduro de 3.86 cm (Véase p51).
- En lo que respecta a la forma del fruto del limón sutil, este se presentó de dos formas: ovoidea u oval y esférica o globosa. (Véase p52).
- El porcentaje de cáscara del fruto del limón sutil en estado verde fue de 19.65 por ciento, en estado pintón 19.98 por ciento y en estado maduro 18.91 por ciento. (Véase p53).

- El porcentaje de residuos internos del fruto del limón sutil en estado verde fue de 41.46 por ciento, en estado pintón 36.02 por ciento y en estado maduro 30.46 por ciento. Notándose que el porcentaje de residuos internos fue inversamente proporcional al estado de madurez del fruto. (Véase p54).
- Con respecto al porcentaje de jugo del fruto del limón sutil, en estado verde fue de 37.07 por ciento, en estado pintón 42.32 por ciento y en estado maduro 49.01 por ciento. Observándose un incremento del porcentaje de jugo de acuerdo a la madurez, cuanto más maduro el fruto, el porcentaje de jugo fue mayor. (Véase p55.)
- El porcentaje de semilla del fruto del limón sutil en estado verde fue de 1.81 por ciento, en estado pintón 1.69 por ciento y en estado maduro 1.65 por ciento. (Véase p56).
- En cuanto a la resistencia a la penetración el fruto del limón sutil en estado verde tuvo 72.88 kg/cm^2 , en estado pintón 65.76 kg/cm^2 y en estado maduro 55.98 kg/cm^2 . Observándose que la resistencia a la penetración fue disminuyendo con el avance en el estado de madurez del fruto. (Véase p57).
- El índice de refracción del jugo del limón sutil en estado verde fue de $1.34 N_D$, en estado pintón $1.34 N_D$ y en estado maduro $1.34 N_D$. Observándose que este no varió en ningún estado de madurez. (Véase p58).
- El porcentaje de agua del jugo del limón sutil, en estado verde fue de 89.33 por ciento, en estado pintón 89.97 por ciento y en estado maduro 91.97 por ciento. (Véase p59).
- El porcentaje de sólidos totales del jugo del limón sutil en estado verde fue de 10.67 por ciento, en estado pintón 10.03 por ciento y en estado maduro 8.03 por ciento. Se observó una disminución en el porcentaje de sólidos totales del jugo de acuerdo al paso en el estado de madurez. (Véase p60).

- La fibra del jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.133 por ciento, en estado pintón 0.127 por ciento y en estado maduro 0.103 por ciento. Concluyéndose que el porcentaje de fibra del jugo tuvo una disminución mínima de acuerdo al estado de madurez. (Véase p61).
- El porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil en estado verde fue de 9.15 por ciento, disminuyendo en estado pintón al 8.57 por ciento y 6.56 por ciento en estado maduro. Observándose que el porcentaje de carbohidratos del jugo del limón sutil sufrió una disminución paulatina de acuerdo al incremento en la madurez del fruto. (Véase p62).
- El porcentaje de proteína del jugo del limón sutil en estado verde fue 1.18 por ciento, presentándose una ligera disminución en estado pintón al 1.08 por ciento y se mantuvo en este porcentaje en estado maduro. (Véase p63).
- El porcentaje de cenizas presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 0.20 por ciento, sufriendo un ligero incremento en estado pintón al 0.26 por ciento y en estado maduro al 0.28 por ciento. (Véase p64).
- El contenido de potasio del jugo del limón sutil en estado verde fue de 134 mg presentándose una disminución al pasar al estado pintón con 120.33 mg, y en estado maduro de 116.67 mg. (Véase p65).
- El contenido de calcio del jugo del limón sutil en estado verde fue de 20 mg, en estado pintón 17.33 mg y en estado maduro 16.33 mg. Observándose una disminución gradual en cada estado de madurez, es decir la relación que existió es inversamente proporcional cuanto más verde fue el fruto la cantidad de calcio fue mayor y al ir madurando la cantidad de calcio disminuyó. (Véase p66).
- El contenido de fósforo del jugo de limón sutil fue mayor en estado verde presentando 15.33 mg, descendiendo gradualmente en estado pintón hasta

13.33 mg y en estado maduro hasta 12.33 mg. El contenido de fósforo en el jugo fue inversamente proporcional al estado de madurez del fruto. (Véase p67).

- El contenido de vitamina A del jugo de limón sutil en estado verde fue de 20.33 mg, teniendo una disminución al pasar al estado pintón a 18.33 mg y finalmente en el estado maduro presentó un valor de 15.67 mg. (Véase p68).
- El contenido de vitamina C presente en el jugo del limón sutil en estado verde fue de 55 mg/100g, disminuyendo en el estado pintón hasta 47 mg/100g, con una disminución mayor hasta llegar al estado maduro donde presentó 43.67 mg/100g. Es decir la cantidad de vitamina C del jugo del limón sutil fue disminuyendo paulatinamente con el estado de madurez. (Véase p69).
- El pH del jugo del limón sutil en estado verde fue de 2.40, en estado pintón de 2.38 y en estado maduro de 2.37. Concluyendo que en los tres estados de madurez fue el mismo, no sufre ninguna variación. (Véase p70).
- La acidez titulable del jugo del limón sutil en estado verde fue de 5.77 g/100g de ácido cítrico, en estado pintón de 5.48 g/100g y en estado maduro de 5.39 g/100g. Observándose que la presencia de ácido cítrico presente en el jugo del limón sutil se mantuvo durante el periodo de madurez. (Véase p71).
- Los sólidos solubles del jugo del limón sutil en estado verde fue de 7.56° Brix, en estado pintón de 7.61° Brix y en estado maduro de 7.72° Brix. Concluyendo que los sólidos solubles se mantuvieron sin alteración durante el proceso de madurez. (Véase p72.)
- La densidad relativa del jugo del limón sutil en los tres estados de madurez se mantuvo constante con un valor de 1.03. (Véase p73).

CAPÍTULO VI

6.1. RECOMENDACIONES

- Por los parámetros analizados, se recomienda que la cosecha del fruto sea en estado verde, para asegurar así un mayor tiempo de conservación al ambiente y en refrigeración. Además el manejo post-cosecha realizarlo en forma técnica.
- Realizar los mismos análisis físico-químicos, en el fruto del limón sutil procedente de varias zonas del país, y que las condiciones para éstos análisis sean similares, con los tiempos mínimos posibles en la realización de los mismos; con la finalidad de observar si las condiciones climáticas influyen en la composición química o física del fruto y su jugo.
- Realizar los mismos análisis de jugo de limón sutil, efectuados en este trabajo, tanto al momento de la extracción del jugo, a intervalos de una hora, hasta unas cuatro horas, luego a las doce horas y veinte y cuatro horas, para verificar los cambios, con miras a definir medios de conservación e industrialización.
- Analizar el fruto de limón sutil, en los tres estados verde, pintón y maduro, de un mismo lote, para verificar los cambios físico-químicos.
- Realizar los análisis de laboratorio en el menor tiempo posible, luego de la cosecha, para evitar la alteración de las propiedades físico-químicas de los componentes del fruto.

RESUMEN

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL FRUTO DEL LIMÓN SUTIL *Citrus aurantifolia* Swingle EN TRES GRADOS DE MADUREZ: VERDE, PINTÓN Y MADURO.

Se realizó la caracterización de las propiedades físicas y químicas del jugo del limón sutil, por pedido del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN en el laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte. Se analizó: tamaño, forma, volumen, porcentaje de cáscara, porcentaje de semilla, porcentaje de residuos internos, porcentaje de jugo, peso unitario, densidad, prueba de penetración, índice de refracción, pH, densidad relativa, carbohidratos, acidez titulable, sólidos totales, humedad, sólidos solubles, proteína, fibra cruda, cenizas y vitamina C; vitamina A y minerales (calcio, fósforo y potasio) fueron determinados en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Las muestras procedentes de la finca Santa Gema de Portoviejo, Manabí fueron tomadas al azar y se prepararon de acuerdo con los requerimientos para el respectivo análisis, especialmente en las pruebas químicas.

Se determinó que el limón sutil es un fruto con un peso promedio de 33.48 gramos, porcentaje de jugo del 49.01%, de 19.65 % en promedio de cáscara en relación con el peso promedio correspondiente.

El estado verde a pintón es el momento ideal de consumo del jugo de esta fruta, porque contiene todos sus nutrientes en el nivel máximo.

En 100 g de fruto, se encontró un contenido de ácido cítrico de 5.77 g, fósforo 15.33 mg, potasio 134 mg, calcio 20 mg, vitamina C 55 mg, vitamina A 20.33 mg.

El jugo es de importancia bromatológica como aderezo, para condimentar recetas exóticas como ceviches, pescados de diferente tipo y otros platos.

El limón sutil se debe cosechar cuando ha llegado a su madurez fisiológica, con la cáscara completamente verde, brillante, piel lisa y de formas redondeadas. Si la fruta se cosecha antes de la maduración adecuada, tendrá un contenido deficiente de jugo.

Durante el proceso de cosecha el cuidadoso manejo del limón sutil es de fundamental importancia para evitar los daños por magulladuras, rajaduras y más estropeos, no debe ser expuesto al sol y el transporte al lugar de análisis se lo debe realizar en el menor tiempo posible y así tener una materia prima en óptimas condiciones para los respectivos análisis físicos y químicos correspondientes para obtener resultados confiables.

El proceso de análisis del jugo de limón sutil se lo debe realizar en el menor tiempo posible después de su extracción, ya que de lo contrario las propiedades físico-químicas de los componentes del fruto tanto en estado verde, pintón y maduro se alterarían.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF THE SUBTLE LEMON FRUIT *Citrus aurantifolia* Swingle IN THREE RIPENING DEGREES: GREEN, HALF-RIPE, AND RIPE.

The featuring of the physical and chemical properties of the subtle lemon juice was carried out at the request of the Ecuadorian Normalization Institute INEN in the multiple use laboratory of the Faculty of Environmental, Agricultural and Livestock Engineering at the “Técnica del Norte” University. It was analyzed: size, shape, volume, percentages of peel, percentages of seeds, percentages of internal residues, percentages of juice, unit weight, density, penetration proof, refraction index; and pH, relative density, carbohydrates, measurable acidity, total of solids, humidity, soluble solids, proteins, raw fiber, ash and vitamin C; referring to vitamin A and the minerals (calcium, phosphorus and potassium) were determined in the Laboratory of Animal Nutrition and Bromatology of the “Escuela Superior Politécnica del Chimborazo”.

The samples coming from the farm “Santa Gema” in Portoviejo, Manabí, were taken at random and they were prepared according to the requirements for the respective analysis, especially in the chemical exams.

It was determined that the subtle lemon is a fruit with an average weight of 33.48 grams, the percentage of juice of 49.01 percent, 19.65% of peel average, related to the corresponding average weight.

The half-ripe state of the fruit is the ideal moment for the consumption of this fruit because it contains all its nutritional values at its highest level.

In 100g of fruit, it could be found citric acid content 5.77g, phosphorus 15.33 mg, potassium 134 mg, calcium 20 mg, vitamin C 55 mg, vitamin A 20.33 mg.

The juice has bromatologic importance as dressing to season exotic recipes such as ceviche (shrimp cocktail), different kinds of fish and other dishes.

The subtle lemon should be harvested when it has come to its physiological ripeness with its peel completely green, shining, smooth peel and round shapes. If the fruit is harvested before the appropriate ripeness, it will have deficient juice content.

During the harvesting process, the careful handling of the subtle lemon has basic importance to avoid damages due to bruising, cracking and other kinds of spoiling. It should not be exposed to sunlight and the transport to the analysis place should be carried out in the shortest possible time to have a raw material in best conditions for the respective corresponding physical and chemical analysis to obtain reliable results.

The analysis process of the juice of the subtle lemon should be carried out in the shortest possible time after its extraction if not, the physical-chemical properties of the components of the fruit both in green, half-ripe and ripe status would modify.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Alonso y ACOSTA, Virgilio. 1992. *“Introducción a la física”*, Tomo 1, Ediciones Cultural, Cuarta Edición, Impreso en Colombia. p 59, 159.
- ARMENDARIS, Gerardo 2002. *“Química Orgánica 3”*, Editado por DIMAXI S.A. Ecuador. p 189, 234.
- BERK Z. 1980. *“Introducción a la bioquímica de alimentos”*, Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V, México. p. 88..
- COELHO, Y. 1993. *“Lima ácida para exportación: aspectos técnicos del producto.”* FrupeX-Embrapa. p 8-12.
- DAVIES, F., 2002. *“Cítricos”*, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. p 233 a 238; 239 a 244.
- Diccionario de la Lengua Española, 2001. Editorial Espasa, Vigésima Segunda edición, Tomo 4, Madrid. p 505, 13288, 13355.
- Enciclopedia agropecuaria Terranova, 1995. *Producción Agrícola I*, Bogotá. p 259.
- FAO, 1987. *“Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas”*, Santiago. p 31 a 33.

- FERNÁNDEZ, S., 1998. “*Análisis de los Alimentos*”, Segunda Edición, Editorial Acribia,
- GARCÍA, J. 1994. “*El minador de los cítricos, Phyllocnistis citrella stnt. Hoja divulgativa*”.
- GARCÍA, J. 1998. “*Cómo prevenir la enfermedad de la tristeza de los cítricos*”. CENTA. p 25.
- GÓMEZ, E. 1986. “*Frutas en Colombia*”, ediciones Cultural, Bogotá. P 79 a 83.
- GÓMEZ, J. 2001, Abril 14. “*Ingreso incontrolado del Perú Exprime a productores del limón*”, El Universo, Guayaquil, p 1 a 16.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Normas: 381, 382, 398, 266, 389, 391, 401, 435, 1750, 1757.
- JENSEN, William 1988. “*Botánica*”, Editorial Asturias, México. p 577.
- LARRAÑAGA, C. et. al. 1999. “*Control e Higiene de los Alimentos*”, Mc Graw Hill, Madrid. p 53 a 55.
- MAIER, H. “*Métodos modernos de análisis de los alimentos*”, Tomo I p6.
- MANUAL AGROPECUARIO. 2002. “*Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente,*”, Fundación Hogares Juveniles Campesinos, Bogotá. p 785,786.
- MARCONDES, P. 1991. “*Manejo de florecimiento de la producción de lima ácida con reguladores de crecimiento*”, EAUFBA. p 58 a 60.

- MASON, 2002. “*Estadística para administración y economía*”, Editorial Alfaomega Colombia S.A., Décima Edición.
- MATISSEKEK, Schnepel y STEINER, G 1998. “*Análisis de los alimentos*”, Editorial Acribia S.A. España.
- MEMBRIELA, Antonio 1999. “*Propiedades de la materia*”, Primer Ciclo.
- MIALL, Stephen 1988. Diccionario de Química, Traducción española y notas por el Dr. José Giral, Editorial ATLANTE S.A. México. p 438, 772.
- MORIN, L. 1985. “*Cultivo de Cítricos*”, Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José. p 67.
- MOTA, J. 2000. “*Análisis económico de cítricos en Ecuador*”, Artículo, Quito.
- OCHSE, J. et al 1991. “*Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*”, Editorial Limusa, Volumen I, México. p 544 a 546.
- OSORIO, D. 2003. “*Volvamos al Campo*”, Manual de Cítricos, editor Grupo Latino Ltda. p 15; 16 a 20.
- PEÑARRIETA, U. 2003. Julio 23. *El limón sutil del valle Portoviejo intenta abrirse las puertas en EE.UU.* El Diario, Portoviejo. pág. A-3.
- PUZZI, D. 1984. “*Relación entre los niveles de infestación por ácaros*”.
- RIBEIRO, Antonio y ALVARENGA, Beatriz 2001. “*Física General*”, Editorial Unilibros, México. P. 300.
- RAMOS, P. 2001, Diciembre 1. “*Al piso va el precio del limón*”, El Universo, Guayaquil. pág. I -15.

RODRÍGUEZ, M. 2002. “*Cultivo de Cítricos.*” México.

ROST, Thomas *et al* 1992. *Introducción a la Biología Vegetal*, Botánica, Editorial LIMUSA, México. p 170, 172.

SÁNCHEZ, C. 2005. “*Producción y Comercialización de Cítricos*”, ediciones Ripalme, Lima. p 25 a 29; 110,111.

SARMIENTO, E. 1986. “*Frutas en Colombia*”, Ediciones Cultural, Bogotá.

STROHECKER, R. y HENNING H. 1967. “*Análisis de Vitaminas*” Editorial Paz Montalvo, Madrid. p 277.

U.S.A. CFSAN 1998. Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos como frutas y vegetales frescos. p 37 a 41.

ANEXOS

Anexo 1. Limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle) en tres estados de madurez.



Verde



Pintón



Maduro



Tres estados de madurez

Anexo 2. Tabla de mediciones de Diámetros longitudinal y transversal del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

DIÁMETROS (cm)
LIMÓN SUTIL EN ESTADO VERDE

Nº	I REPETICIÓN		II REPETICIÓN		III REPETICIÓN	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
1	3.80	3.67	4.20	3.43	3.50	3.41
2	3.55	3.68	3.45	3.35	3.67	3.25
3	3.66	3.48	4.18	3.78	3.26	3.18
4	3.94	3.94	4.15	3.87	3.84	3.47
5	3.45	3.58	3.54	3.62	3.45	3.46
6	3.83	3.68	3.70	3.40	3.82	3.48
7	3.55	3.63	3.52	3.47	3.63	3.54
8	3.18	3.20	3.73	3.64	3.53	3.41
9	3.52	3.30	3.44	3.45	3.19	3.18
10	3.56	3.64	3.49	3.50	3.68	3.56
11	3.63	3.48	3.42	3.26	3.64	3.35
12	3.36	3.44	3.60	3.38	3.92	3.75
13	3.76	3.38	3.69	3.44	3.42	3.64
14	3.53	3.37	4.04	3.58	4.13	3.92
15	3.60	3.73	3.80	3.73	3.75	3.62
16	3.37	3.34	3.65	3.38	3.80	3.46
17	3.44	3.32	4.09	3.56	3.81	3.60
18	3.55	3.32	3.92	3.65	4.24	3.75
19	3.50	3.52	3.45	3.63	3.60	3.60
20	3.20	3.42	3.71	3.35	4.08	3.40
21	3.78	3.69	4.33	4.17	3.18	3.34
22	3.98	3.78	4.22	3.75	3.36	3.30
23	3.90	3.69	3.46	3.53	3.85	3.41
24	3.99	3.60	3.86	3.58	3.46	3.45
25	3.60	3.47	3.62	3.64	3.52	3.33
26	3.64	3.48	4.06	3.95	4.05	3.57
27	3.20	3.42	3.30	3.42	3.56	3.64
28	3.33	3.47	3.98	3.51	3.73	3.67
29	4.21	3.95	3.58	3.52	3.63	3.32
30	3.62	3.53	4.20	3.99	3.33	3.35
Suma	108.18	106.15	113.33	107.46	109.55	104.32
Promedio	3.61	3.54	3.78	3.58	3.65	3.48
Desviac	0.25	0.18	0.30	0.21	0.27	0.17

Anexo 3. Tabla de mediciones de Diámetros longitudinal y transversal del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

DIÁMETROS (cm)
LIMÓN SUTIL ESTADO PINTÓN

N°	I REPETICIÓN		II REPETICIÓN		III REPETICIÓN	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
1	3.66	3.61	3.60	3.78	3.54	3.59
2	3.94	3.78	3.50	3.31	3.47	3.47
3	4.46	3.72	3.84	3.59	4.15	3.73
4	3.56	3.60	3.29	3.55	3.48	3.57
5	4.00	3.47	3.05	3.52	3.73	3.62
6	3.75	3.77	3.97	3.77	3.90	3.89
7	3.97	3.76	4.00	3.61	4.27	3.66
8	3.86	3.50	4.15	3.87	4.30	4.00
9	3.40	3.45	4.03	3.74	3.70	3.88
10	3.63	3.73	3.69	3.65	3.80	3.69
11	3.87	3.85	3.77	3.80	3.78	3.85
12	4.29	3.88	3.53	3.55	3.62	3.60
13	3.82	3.54	3.83	3.76	3.71	3.54
14	3.86	3.75	3.60	3.47	4.09	3.93
15	3.83	3.59	3.56	3.38	3.96	4.28
16	3.87	3.91	3.81	3.57	3.98	3.67
17	3.48	3.50	3.95	3.76	3.92	3.82
18	3.92	3.79	4.31	3.97	3.88	3.55
19	3.71	3.57	3.55	3.62	4.85	4.20
20	4.00	3.62	3.97	3.70	3.97	3.77
21	3.44	3.56	3.67	3.82	3.63	3.81
22	3.54	3.39	4.02	3.78	4.07	3.47
23	3.82	3.63	4.08	3.62	4.07	3.56
24	4.66	4.02	4.67	4.16	3.94	3.97
25	4.29	3.74	4.47	3.72	4.26	4.15
26	3.67	3.57	3.63	3.40	4.11	3.84
27	3.95	3.71	3.52	3.44	4.29	4.13
28	3.90	3.86	3.69	3.19	4.06	3.50
29	3.44	3.47	3.75	3.79	3.95	3.92
30	3.62	3.42	4.15	3.95	3.71	3.88
Suma	115.16	109.69	114.58	109.78	118.13	113.50
Promedio	3.84	3.66	3.82	3.66	3.94	3.78
Desviac	0.30	0.16	0.34	0.21	0.29	0.22

Anexo 4. Tabla de mediciones de Diámetros longitudinal y transversal del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

DIÁMETROS (cm)
LIMÓN SUTIL ESTADO MADURO

N°	I REPETICION		II REPETICIÓN		III REPETICIÓN	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
1	4.23	4.37	3.96	4.26	4.15	3.70
2	4.18	4.29	3.57	3.68	3.97	3.59
3	4.59	4.35	3.87	3.95	3.96	3.59
4	3.85	3.67	4.45	4.29	3.85	3.67
5	3.67	3.83	3.89	3.65	4.27	4.02
6	3.94	4.14	4.07	3.90	3.74	3.67
7	3.49	3.72	4.85	4.18	3.86	3.42
8	4.14	3.76	3.85	3.94	4.23	3.89
9	3.59	3.61	4.10	4.17	4.86	4.60
10	3.67	3.67	4.21	4.05	3.69	3.76
11	3.80	3.48	3.93	3.89	3.34	3.56
12	4.35	3.67	4.30	3.95	4.20	4.06
13	3.63	3.64	4.00	3.97	4.07	3.96
14	3.83	4.00	4.25	3.90	4.84	4.59
15	3.67	3.72	4.20	4.08	3.90	3.87
16	4.10	3.16	3.97	3.99	4.47	3.60
17	4.13	4.27	3.79	4.03	3.78	3.74
18	4.09	3.50	4.00	4.11	4.09	3.60
19	3.40	3.49	3.94	3.99	4.63	4.38
20	4.40	3.92	3.79	3.63	3.60	3.83
21	3.87	3.54	4.42	4.01	4.04	4.10
22	3.68	3.64	4.05	3.87	4.29	4.08
23	3.56	3.84	3.77	3.63	4.47	4.27
24	3.54	3.72	3.66	3.51	3.09	3.73
25	3.80	3.64	3.59	3.59	4.14	4.03
26	3.27	3.38	4.20	3.79	3.75	3.61
27	3.92	3.58	3.73	3.80	4.00	3.97
28	3.80	3.68	4.05	4.05	4.47	4.24
29	4.25	4.20	3.91	3.63	3.60	3.75
30	4.04	3.79	4.32	4.00	3.80	3.90
Suma	116.41	113.22	120.62	117.43	121.08	116.75
Promedio	3.88	3.77	4.02	3.91	4.04	3.89
Desviac.	0.32	0.30	0.28	0.20	0.40	0.30

Anexo 5. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Verde. Repetición I						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	27.30	28.50	5.40	10.30	0.70	10.90
2	27.20	28.50	5.30	9.10	0.60	12.20
3	25.70	27.00	5.10	7.50	0.50	12.60
4	33.40	35.00	6.60	12.00	0.50	14.30
5	23.50	25.00	4.70	7.60	0.40	10.80
6	27.90	29.50	5.90	10.40	0.40	11.20
7	25.90	27.50	5.60	10.70	0.70	8.90
8	19.30	20.50	3.00	6.20	0.40	9.70
9	21.20	22.50	4.20	7.80	0.30	8.90
10	26.20	27.50	4.90	10.40	0.50	10.40
11	24.20	25.50	5.30	8.80	0.30	9.80
12	22.80	24.00	4.70	8.40	0.40	9.30
13	25.20	26.50	5.00	8.10	0.40	11.70
14	22.60	24.00	4.70	9.20	0.30	8.40
15	28.80	30.00	6.00	10.80	0.50	11.50
16	21.00	22.50	4.20	7.70	0.30	8.80
17	20.80	22.00	3.80	6.80	0.30	9.90
18	21.40	23.00	4.30	8.20	0.60	8.30
19	23.40	25.00	4.80	8.00	0.30	10.30
20	20.50	22.00	4.00	7.50	0.30	8.70
21	28.50	30.00	5.90	11.30	0.40	10.90
22	29.80	31.00	6.00	11.40	0.60	11.80
23	29.00	30.50	5.70	12.50	0.50	10.30
24	28.10	29.50	5.40	12.30	0.40	10.00
25	22.80	24.00	4.50	8.30	0.50	9.50
26	25.20	26.50	5.00	9.20	0.70	10.30
27	21.10	22.50	4.10	7.70	0.50	8.80
28	23.80	25.00	4.90	9.70	0.30	8.90
29	35.60	37.00	7.00	13.00	0.50	15.10
30	24.70	26.00	5.00	9.90	0.60	9.20
Suma	756.90	798.00	151.00	280.80	13.70	311.40
Promedio	25.23	26.60	5.03	9.36	0.46	10.38
Desviación	3.85	3.87	0.85	1.82	0.13	1.66

Anexo 6. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Verde. Repetición II						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	25.40	27.00	5.60	9.30	0.40	10.10
2	20.60	22.00	4.10	7.70	0.50	8.30
3	33.10	34.50	6.50	13.90	0.60	12.10
4	33.00	34.50	6.70	12.70	0.70	12.90
5	24.90	26.50	5.80	8.10	0.40	10.60
6	23.40	25.00	4.70	9.50	0.50	8.70
7	23.40	25.00	4.20	8.40	0.30	10.50
8	27.30	28.50	5.40	10.30	0.70	10.90
9	22.00	23.50	3.00	7.20	0.30	11.50
10	23.90	25.50	4.90	9.20	0.30	9.50
11	20.50	22.00	4.00	7.50	0.50	8.50
12	22.10	23.50	4.10	8.30	0.60	9.10
13	23.50	25.00	4.70	7.60	0.30	10.90
14	27.60	29.00	5.70	9.80	0.30	11.80
15	28.40	30.00	5.60	10.30	0.70	11.80
16	22.30	23.50	4.30	8.30	0.50	9.20
17	29.00	30.50	5.90	11.40	0.40	11.30
18	28.10	29.50	5.80	10.10	0.30	11.90
19	26.30	27.50	4.90	9.30	0.60	11.50
20	23.50	25.00	4.90	8.60	0.30	9.70
21	40.70	42.00	8.10	17.10	0.40	15.10
22	31.50	33.00	5.70	12.40	0.50	12.90
23	24.40	26.00	5.70	8.90	0.70	9.10
24	26.30	27.50	4.90	10.80	0.40	10.20
25	26.00	27.50	4.70	10.70	0.30	10.30
26	34.00	35.50	6.70	12.30	0.50	14.50
27	22.20	23.50	4.20	8.50	0.60	8.90
28	26.00	27.50	4.70	9.30	0.30	11.70
29	24.30	25.50	5.10	8.90	0.40	9.90
30	36.00	37.50	7.10	14.40	0.50	14.00
Suma	799.70	843.00	157.70	300.80	13.80	327.40
Promedio	26.66	28.10	5.26	10.03	0.46	10.91
Desviación	4.83	4.83	1.07	2.29	0.14	1.77

Anexo 7. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Verde. Repetición III						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	23.30	24.50	4.40	9.50	0.30	9.10
2	20.20	21.50	3.80	7.50	0.50	8.40
3	19.80	21.00	3.50	6.10	0.40	9.80
4	24.40	26.00	5.30	7.80	0.60	10.70
5	22.30	23.50	4.30	8.30	0.30	9.40
6	27.50	29.00	5.50	11.50	0.40	10.10
7	25.70	27.00	5.10	9.30	0.40	10.90
8	23.70	25.00	4.80	7.80	0.30	10.80
9	21.90	23.50	3.70	8.20	0.50	9.50
10	27.50	29.00	5.30	10.70	0.60	10.90
11	23.80	25.00	5.20	9.90	0.50	8.20
12	29.60	31.00	5.40	11.30	0.40	12.50
13	20.30	21.50	4.00	6.30	0.60	9.40
14	33.20	34.50	6.30	13.80	0.50	12.60
15	28.00	29.50	5.30	10.30	0.40	12.00
16	26.30	27.50	4.90	9.40	0.40	11.60
17	26.10	27.50	4.80	9.80	0.60	10.90
18	28.30	29.50	5.50	12.50	0.40	9.90
19	28.70	30.00	5.10	10.50	0.40	12.70
20	29.50	31.00	5.30	12.50	0.60	11.10
21	21.00	22.50	3.90	6.70	0.40	10.00
22	22.90	24.50	4.90	8.50	0.50	9.00
23	27.00	28.50	5.10	10.10	0.50	11.30
24	22.70	24.00	4.00	8.40	0.40	9.90
25	23.90	25.50	4.80	7.90	0.50	10.70
26	26.30	27.50	4.90	9.40	0.60	11.40
27	24.20	25.50	5.30	7.80	0.40	10.70
28	29.60	31.00	5.70	10.70	0.50	12.70
29	23.60	25.00	5.20	7.50	0.30	10.60
30	20.90	22.50	4.10	6.80	0.50	7.50
Suma	752.20	793.50	145.40	276.80	13.70	314.30
Promedio	25.07	26.45	4.85	9.23	0.46	10.48
Desviación	3.36	3.36	0.67	1.93	0.10	1.34

Anexo 8. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del Limón Sutil en Estado Pintón. Repetición I						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	27.30	28.50	5.30	11.10	0.40	10.50
2	31.50	33.00	5.60	12.30	0.50	13.10
3	32.00	33.50	6.00	14.30	0.60	11.10
4	26.60	28.00	6.30	10.70	0.30	9.30
5	26.00	27.50	4.90	11.50	0.40	9.20
6	29.30	30.50	5.50	12.80	0.60	10.40
7	30.30	31.15	5.70	12.40	0.50	11.70
8	25.40	27.00	5.60	11.30	0.40	8.10
9	23.50	25.00	4.50	10.50	0.40	8.10
10	30.60	32.00	6.50	12.50	0.60	11.00
11	31.30	32.50	5.50	13.20	0.50	12.10
12	35.00	36.50	7.00	13.80	0.50	13.70
13	26.60	28.00	6.30	10.70	0.40	9.20
14	30.40	32.00	6.40	12.90	0.50	10.60
15	26.40	28.00	6.20	10.60	0.50	9.10
16	32.70	34.00	6.70	15.00	0.50	10.50
17	23.90	25.50	4.90	9.80	0.30	8.90
18	30.20	31.50	5.70	12.60	0.60	11.30
19	26.30	27.50	5.80	10.50	0.40	9.60
20	30.30	31.50	6.40	13.30	0.70	9.90
21	25.00	26.50	5.00	10.30	0.50	9.20
22	22.20	23.50	4.30	9.80	0.40	7.70
23	27.80	29.00	5.20	11.90	0.30	10.40
24	41.50	43.00	8.00	16.80	0.70	16.00
25	32.60	34.00	6.60	14.90	0.60	10.50
26	26.80	28.50	6.30	10.80	0.60	9.10
27	27.80	29.50	5.20	13.20	0.50	8.90
28	32.20	33.50	6.10	14.5	0.70	10.90
29	23.10	24.50	4.30	9.8	0.40	8.60
30	24.90	26.50	5.00	10	0.40	9.50
Suma	859.50	873.65	172.80	363.80	14.70	308.20
Promedio	28.65	29.12	5.76	12.13	0.49	10.27
Desviación	4.08	6.37	0.84	1.82	0.12	1.78

Anexo 9. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Pintón. Repetición II						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	30.20	31.50	5.80	13.20	0.30	10.90
2	21.50	23.00	4.30	9.70	0.40	7.10
3	29.00	30.50	5.20	12.70	0.50	10.60
4	25.20	26.50	5.10	10.20	0.30	9.60
5	25.90	27.50	4.90	10.40	0.40	10.20
6	31.20	32.50	5.30	12.20	0.60	13.20
7	28.00	29.50	6.30	11.50	0.40	9.80
8	33.20	34.50	6.40	14.40	0.70	11.70
9	31.60	33.00	5.30	13.30	0.60	12.40
10	27.00	28.50	5.10	11.00	0.50	10.40
11	31.70	33.00	5.60	12.30	0.70	13.10
12	25.30	26.50	5.40	10.20	0.50	9.20
13	31.50	33.00	5.60	13.30	0.60	12.00
14	24.10	25.50	5.00	9.80	0.40	8.90
15	22.80	24.00	4.80	10.20	0.30	7.50
16	25.50	27.00	5.70	11.40	0.40	8.00
17	30.70	32.00	6.60	13.50	0.50	10.10
18	34.90	36.50	7.60	15.10	0.70	11.50
19	26.70	28.00	6.30	10.70	0.30	9.40
20	29.30	30.50	5.50	12.80	0.40	10.60
21	29.30	30.50	5.60	11.70	0.50	11.50
22	31.10	32.50	5.30	12.10	0.50	13.20
23	26.60	28.00	6.30	10.70	0.50	9.00
24	42.50	44.00	8.50	19.10	0.70	14.20
25	33.10	34.50	6.40	14.40	0.60	11.70
26	26.60	28.00	6.30	11.70	0.30	8.30
27	23.90	25.50	5.00	10.70	0.40	7.80
28	21.10	22.50	4.10	8.6	0.30	8.10
29	30.40	32.00	6.50	12.4	0.70	10.80
30	37.00	38.50	7.10	17.1	0.70	12.20
Suma	866.90	909.00	172.90	366.40	14.70	313.00
Promedio	28.90	30.30	5.76	12.21	0.49	10.43
Desviación	4.66	4.68	0.94	2.24	0.14	1.88

Anexo 10. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Pintón. Repetición III						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	25.60	27.00	5.50	11.40	0.40	8.30
2	24.50	26.00	5.30	9.90	0.30	9.00
3	30.30	31.50	6.20	13.20	0.60	10.30
4	24.60	26.00	5.40	9.90	0.50	8.80
5	27.10	28.50	5.20	12.00	0.50	9.40
6	32.80	34.50	6.70	15.00	0.70	10.40
7	30.20	31.50	5.70	12.20	0.50	11.80
8	38.50	40.00	7.60	15.60	0.70	14.60
9	30.60	32.00	6.60	13.40	0.40	10.20
10	28.40	30.00	5.70	12.60	0.50	9.60
11	31.70	33.00	5.30	12.50	0.70	13.20
12	26.60	28.00	6.40	10.80	0.30	9.10
13	26.00	27.50	4.90	11.50	0.50	9.10
14	34.40	36.00	6.10	14.70	0.70	12.90
15	41.30	42.50	7.90	18.70	0.70	14.00
16	27.70	29.00	5.10	11.20	0.40	11.00
17	31.10	32.50	5.40	12.00	0.60	12.90
18	27.20	28.50	5.10	12.10	0.30	9.70
19	45.60	47.00	9.10	18.40	0.60	17.50
20	30.20	31.50	5.70	13.10	0.50	10.90
21	29.20	30.50	5.50	12.80	0.30	10.60
22	28.00	29.50	6.30	11.50	0.40	9.80
23	28.10	29.50	5.90	12.60	0.30	9.30
24	34.60	36.00	6.00	14.90	0.70	13.00
25	38.40	40.00	7.80	16.40	0.60	13.60
26	32.30	34.00	6.20	14.50	0.70	10.90
27	39.50	41.00	7.90	16.00	0.50	15.10
28	26.10	27.50	4.90	11.50	0.50	9.20
29	31.50	33.00	5.60	12.30	0.70	12.90
30	30.70	32.00	6.50	12.60	0.50	11.10
Suma	932.80	975.50	183.50	395.30	15.60	338.20
Promedio	31.09	32.52	6.12	13.18	0.52	11.27
Desviación	5.20	5.21	1.03	2.22	0.14	2.23

Anexo 11. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en Estado Maduro. Repetición I						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	46.30	48.00	9.30	22.10	0.70	14.20
2	47.40	48.50	10.80	22.70	0.60	13.30
3	49.00	50.50	6.10	24.30	0.50	18.10
4	29.10	30.50	5.10	15.10	0.50	8.40
5	30.10	31.50	5.40	14.60	0.60	9.50
6	37.90	39.00	6.80	18.30	0.70	12.10
7	27.80	29.00	5.20	14.10	0.50	8.00
8	32.00	33.50	5.80	15.20	0.60	10.40
9	26.00	27.50	4.50	13.30	0.40	7.80
10	27.60	29.00	4.90	13.10	0.60	9.00
11	25.30	26.50	5.10	12.90	0.30	7.00
12	31.20	32.50	5.00	15.00	0.40	10.80
13	27.80	29.00	4.90	12.90	0.50	9.50
14	32.70	34.00	6.10	17.10	0.70	8.80
15	29.50	31.00	5.80	14.20	0.60	8.90
16	32.70	34.00	6.40	14.80	0.40	11.10
17	38.10	39.50	7.30	18.90	0.70	11.20
18	26.40	28.00	4.90	13.30	0.50	7.70
19	24.20	25.50	4.50	11.90	0.40	7.40
20	38.00	39.50	6.70	17.70	0.70	12.90
21	27.00	28.50	5.30	13.70	0.50	7.50
22	28.10	29.50	5.80	14.10	0.30	7.90
23	30.60	32.00	6.10	13.90	0.60	10.00
24	27.90	29.50	5.00	14.60	0.50	7.80
25	27.20	28.50	5.80	13.80	0.30	7.30
26	21.80	23.00	3.90	11.20	0.40	6.30
27	27.80	29.00	5.30	13.10	0.60	8.80
28	28.90	30.50	6.30	14.80	0.40	7.40
29	41.50	43.00	7.30	18.30	0.50	15.40
30	32.60	34.00	6.10	15.80	0.70	10.00
Suma	952.50	994.00	177.50	464.80	15.70	294.50
Promedio	31.75	33.13	5.92	15.49	0.52	9.82
Desviación	6.92	6.94	1.40	3.17	0.13	2.75

Anexo 12. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en estado maduro. Repetición II						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	41.30	42.50	7.10	20.90	0.70	12.60
2	27.10	28.50	5.00	13.40	0.60	8.10
3	31.00	32.50	4.80	15.30	0.70	10.20
4	44.10	45.50	8.50	21.90	0.50	13.20
5	29.30	30.50	5.10	14.80	0.30	9.10
6	35.00	36.50	6.80	16.30	0.60	11.30
7	44.50	46.00	8.70	22.10	0.70	13.00
8	33.60	35.00	6.70	15.80	0.60	10.50
9	39.10	40.50	7.50	20.20	0.40	11.00
10	37.60	39.00	6.40	18.70	0.70	11.80
11	33.80	35.00	6.90	16.10	0.60	10.20
12	36.80	38.00	7.60	18.20	0.50	10.50
13	35.10	36.50	6.80	15.70	0.70	11.90
14	35.00	36.50	7.00	17.30	0.70	10.00
15	36.90	38.50	7.60	18.10	0.50	10.70
16	35.20	36.50	6.90	17.00	0.60	10.70
17	34.30	35.50	5.80	16.20	0.50	11.80
18	38.20	39.50	6.80	18.70	0.70	12.00
19	35.80	37.00	6.30	15.30	0.50	13.70
20	29.50	31.00	5.10	16.20	0.30	7.90
21	37.90	39.50	6.70	18.80	0.80	11.60
22	33.90	35.50	5.40	17.00	0.70	10.80
23	28.60	30.00	6.10	14.10	0.60	7.80
24	24.50	26.00	4.90	12.10	0.40	7.10
25	25.50	27.00	5.30	11.90	0.60	7.70
26	33.30	34.50	6.30	16.00	0.70	10.30
27	30.60	32.00	6.10	15.30	0.60	8.60
28	36.40	38.00	7.30	17.90	0.70	10.50
29	29.70	31.00	5.60	14.80	0.50	8.80
30	36.70	38.00	7.60	18.20	0.40	10.50
Suma	1030.30	1072.00	194.70	504.30	17.40	313.90
Promedio	34.34	35.73	6.49	16.81	0.58	10.46
Desviación	4.89	4.88	1.04	2.52	0.13	1.72

Anexo 13. Tabla de determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de volumen, peso unitario, peso de cáscara, jugo, semilla y residuos internos del limón sutil en estado maduro. Repetición III						
Nº	Peso Unitario gr	Volumen cm3	Cáscara gr	Jugo gr	Semilla gr	Residuos Internos gr
1	30.40	32.00	5.10	14.90	0.60	9.80
2	26.40	28.00	5.80	13.10	0.50	7.00
3	29.50	31.00	5.20	14.80	0.30	9.20
4	29.30	30.50	5.20	14.70	0.50	8.90
5	39.00	40.50	7.30	18.70	0.70	12.30
6	26.60	28.00	5.90	13.20	0.40	7.10
7	24.50	26.00	5.10	11.80	0.30	7.30
8	34.60	36.00	4.70	17.10	0.70	12.10
9	51.90	53.50	11.30	25.50	0.60	4.50
10	29.30	30.50	5.10	14.80	0.40	9.00
11	24.80	26.00	5.00	12.10	0.40	7.30
12	38.20	39.50	6.70	18.70	0.70	12.10
13	35.20	36.50	6.10	17.30	0.70	11.10
14	51.70	53.00	11.80	25.30	0.60	14.00
15	33.00	34.50	6.30	16.70	0.40	9.60
16	32.90	34.50	6.70	15.20	0.40	10.60
17	29.80	31.00	5.50	14.80	0.50	9.00
18	28.40	29.00	6.10	14.10	0.50	7.70
19	49.40	51.00	11.70	24.30	0.70	12.70
20	29.00	30.50	5.30	13.90	0.60	9.20
21	37.50	39.00	6.40	18.60	0.70	11.80
22	40.80	42.00	7.10	20.10	0.60	13.00
23	43.40	45.00	7.70	21.20	0.70	13.80
24	27.60	29.00	5.10	13.30	0.30	8.90
25	36.10	37.50	7.30	17.90	0.60	10.30
26	27.80	29.00	4.90	12.90	0.40	9.60
27	33.80	35.00	6.30	17.10	0.70	9.70
28	47.80	49.00	8.10	23.30	0.60	15.80
29	28.10	29.50	5.90	13.80	0.30	8.10
30	33.70	35.00	6.30	16.70	0.70	10.00
Suma	1030.50	1071.50	197.00	505.90	16.10	301.50
Promedio	34.35	35.72	6.57	16.86	0.54	10.05
Desviación	7.90	7.94	1.92	3.88	0.14	2.47

Anexo 14. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Verde I Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Inter	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	19.78	37.73	39.93	2.56	0.96	69.90
2	19.49	33.46	44.85	2.21	0.95	77.40
3	19.84	29.18	49.03	1.95	0.95	74.50
4	19.76	35.93	42.81	1.50	0.95	70.80
5	20.00	32.34	45.96	1.70	0.94	69.80
6	21.15	37.28	40.14	1.43	0.95	75.60
7	21.62	41.31	34.36	2.70	0.94	73.40
8	15.54	32.12	50.26	2.07	0.94	72.80
9	19.81	36.79	41.98	1.42	0.94	71.60
10	18.70	39.69	39.69	1.91	0.95	74.00
11	21.90	36.36	40.50	1.24	0.95	70.30
12	20.61	36.84	40.79	1.75	0.95	72.50
13	19.84	32.14	46.43	1.59	0.95	73.60
14	20.80	40.70	37.17	1.33	0.94	74.70
15	20.83	37.50	39.93	1.74	0.96	70.80
16	20.00	36.67	41.90	1.43	0.93	75.40
17	18.27	32.69	47.60	1.44	0.95	73.10
18	20.09	38.32	38.79	2.80	0.93	74.40
19	20.51	34.18	44.02	1.28	0.94	73.20
20	19.51	36.59	42.44	1.46	0.93	70.50
21	20.70	39.65	38.25	1.40	0.95	73.00
22	20.13	38.26	39.60	2.01	0.96	70.10
23	19.66	43.10	35.52	1.72	0.95	71.50
24	19.22	43.77	35.59	1.42	0.95	72.80
25	19.74	36.40	41.67	2.19	0.95	70.40
26	19.84	36.51	40.87	2.78	0.95	75.30
27	19.43	36.49	41.71	2.37	0.94	73.20
28	20.59	40.76	37.39	1.26	0.95	71.50
29	19.66	36.52	42.42	1.40	0.96	72.30
30	20.24	40.08	37.25	2.43	0.95	70.80
Suma	597.26	1109.36	1238.85	54.49	28.41	2179.20
Promedio	19.91	36.98	41.30	1.82	0.95	72.64

Anexo 15. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Verde II Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Inter	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	22.05	36.61	39.76	1.57	0.94	71.30
2	19.90	37.38	40.29	2.43	0.94	70.80
3	19.64	42.00	36.56	1.81	0.96	73.20
4	20.30	38.48	39.09	2.12	0.96	71.50
5	23.29	32.53	42.57	1.61	0.94	75.60
6	20.09	40.60	37.18	2.14	0.94	70.40
7	17.95	35.90	44.87	1.28	0.94	72.30
8	19.78	37.73	39.93	2.56	0.96	73.00
9	13.64	32.73	52.27	1.36	0.94	72.80
10	20.50	38.49	39.75	1.26	0.94	75.40
11	19.51	36.59	41.46	2.44	0.93	73.60
12	18.55	37.56	41.18	2.71	0.94	74.50
13	20.00	32.34	46.38	1.28	0.94	78.80
14	20.65	35.51	42.75	1.09	0.95	74.30
15	19.72	36.27	41.55	2.46	0.95	72.70
16	19.28	37.22	41.26	2.24	0.95	71.50
17	20.34	39.31	38.97	1.38	0.95	73.30
18	20.64	35.94	42.35	1.07	0.95	76.40
19	18.36	35.36	43.73	2.28	0.96	77.60
20	20.85	36.60	41.28	1.28	0.94	71.20
21	19.90	42.01	37.10	0.98	0.97	72.40
22	18.10	39.37	40.95	1.59	0.95	71.30
23	23.36	36.48	37.30	2.87	0.94	70.10
24	18.63	41.06	37.78	1.52	0.96	77.40
25	18.08	41.15	39.62	1.15	0.95	71.50
26	19.71	36.18	42.65	1.47	0.96	73.80
27	18.92	38.29	40.09	2.70	0.94	73.60
28	18.08	35.77	45.00	1.15	0.95	71.90
29	20.99	36.63	40.74	1.65	0.95	73.40
30	19.72	40.00	38.89	1.39	0.96	72.00
Suma	590.53	1122.09	1233.30	52.84	28.45	2197.60
Promedio	19.68	37.40	41.11	1.76	0.95	73.25

Anexo 16. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Verde III Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Int.	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	18.88	40.77	39.06	1.29	0.95	73.50
2	18.81	37.13	41.58	2.48	0.94	71.40
3	17.68	30.81	49.49	2.02	0.94	73.80
4	21.72	31.97	43.85	2.46	0.94	70.40
5	19.28	37.22	42.15	1.35	0.95	74.30
6	20.00	41.82	36.73	1.45	0.95	73.80
7	19.84	36.19	42.41	1.56	0.95	71.50
8	20.25	32.91	45.57	1.27	0.95	75.60
9	16.89	37.44	43.38	2.28	0.93	75.70
10	19.27	38.95	39.64	2.18	0.95	77.30
11	21.85	41.60	34.45	2.10	0.95	75.40
12	18.24	38.18	42.23	1.35	0.95	71.30
13	19.70	31.03	46.31	2.96	0.94	70.00
14	18.98	41.57	37.95	1.51	0.96	72.80
15	18.93	36.79	42.86	1.43	0.95	71.70
16	18.63	35.74	44.11	1.52	0.96	71.80
17	18.39	37.55	41.76	2.30	0.95	70.20
18	19.43	44.17	34.98	1.41	0.96	71.40
19	17.77	36.59	44.25	1.39	0.96	74.50
20	17.97	42.37	37.63	2.03	0.95	73.80
21	18.57	31.90	47.62	1.90	0.93	72.60
22	21.40	37.12	39.30	2.18	0.93	71.00
23	18.89	37.41	41.85	1.85	0.95	74.50
24	17.62	37.00	43.61	1.76	0.95	74.70
25	20.08	33.05	44.77	2.09	0.94	71.30
26	18.63	35.74	43.35	2.28	0.96	70.80
27	21.90	32.23	44.21	1.65	0.95	72.20
28	19.26	36.15	42.91	1.69	0.95	71.60
29	22.03	31.78	44.92	1.27	0.94	70.40
30	19.62	42.11	35.89	2.39	0.93	73.10
Suma	580.51	1105.29	1258.82	55.40	28.41	2182.40
Promedio	19.35	36.84	41.96	1.85	0.95	72.75

Anexo 17. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Pintón I Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Inte.	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	19.41	40.66	38.46	1.47	0.96	63.50
2	17.78	39.05	41.59	1.59	0.95	64.80
3	18.75	44.69	34.68	1.88	0.96	65.70
4	23.68	40.23	34.96	1.13	0.95	68.30
5	18.85	44.23	35.38	1.54	0.95	67.40
6	18.77	43.69	35.49	2.05	0.96	67.50
7	18.81	40.92	38.61	1.65	0.96	65.00
8	22.05	44.49	31.89	1.57	0.94	63.80
9	19.15	44.68	34.47	1.70	0.94	64.30
10	21.24	40.85	35.95	1.96	0.96	68.80
11	17.57	42.17	38.66	1.60	0.96	65.70
12	20.00	39.43	39.14	1.43	0.96	65.30
13	23.68	40.23	34.59	1.50	0.95	64.80
14	21.05	42.43	34.87	1.64	0.95	63.00
15	23.48	40.15	34.47	1.89	0.94	67.40
16	20.49	45.87	32.11	1.53	0.96	66.30
17	20.50	41.00	37.24	1.26	0.94	67.80
18	18.87	41.72	37.42	1.99	0.96	67.10
19	22.05	39.92	36.50	1.52	0.96	65.50
20	21.12	43.89	32.67	2.31	0.96	65.60
21	20.00	41.20	36.80	2.00	0.94	64.20
22	19.37	44.14	34.68	1.80	0.94	67.70
23	18.71	42.81	37.41	1.08	0.96	64.50
24	19.28	40.48	38.55	1.69	0.97	67.00
25	20.25	45.71	32.21	1.84	0.96	65.30
26	23.51	40.30	33.96	2.24	0.94	65.20
27	18.71	47.48	32.01	1.80	0.94	64.80
28	18.94	45.03	33.85	2.17	0.96	63.70
29	18.61	42.42	37.23	1.73	0.94	67.10
30	20.08	40.16	38.15	1.61	0.94	66.50
Suma	604.76	1270.03	1074.00	51.17	28.56	1973.60
Promedio	20.16	42.33	35.80	1.71	0.95	65.79

Anexo 18. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Pintón II Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Inter	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	19.20	43.71	36.09	0.99	0.96	65.30
2	20.00	45.12	33.02	1.86	0.93	66.20
3	17.93	43.79	36.55	1.72	0.95	67.40
4	20.24	40.48	38.10	1.19	0.95	64.80
5	18.92	40.15	39.38	1.54	0.94	63.50
6	16.99	38.78	42.31	1.92	0.96	64.00
7	22.50	41.07	35.00	1.43	0.95	64.70
8	19.28	43.37	35.24	2.11	0.96	64.10
9	16.77	42.09	39.24	1.90	0.96	65.30
10	18.89	40.74	38.52	1.85	0.95	68.20
11	17.67	38.80	41.32	2.21	0.96	66.30
12	21.34	40.32	36.36	1.98	0.95	67.40
13	17.78	42.22	38.10	1.90	0.95	65.50
14	20.75	40.66	36.93	1.66	0.95	64.30
15	21.05	44.74	32.89	1.32	0.95	63.70
16	22.35	44.71	31.37	1.57	0.94	67.50
17	21.50	43.97	32.90	1.63	0.96	64.80
18	21.78	43.27	32.95	2.01	0.96	63.40
19	23.60	40.07	35.21	1.12	0.95	65.90
20	18.77	43.69	36.18	1.37	0.96	67.10
21	19.11	39.93	39.25	1.71	0.96	68.20
22	17.04	38.91	42.44	1.61	0.96	65.30
23	23.68	40.23	33.83	2.26	0.95	67.50
24	20.00	44.94	33.41	1.65	0.97	68.20
25	19.34	43.50	35.35	1.81	0.96	65.30
26	23.68	43.98	31.20	1.13	0.95	63.40
27	20.92	44.77	32.64	1.67	0.94	64.40
28	19.43	40.76	38.39	1.42	0.94	67.20
29	21.38	40.79	35.53	2.30	0.95	67.00
30	19.14	46.09	32.88	1.89	0.96	65.50
Suma	601.03	1265.65	1082.58	50.73	28.58	1971.40
Promedio	20.03	42.19	36.09	1.69	0.95	65.71

Anexo 19. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Pintón III Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R. Inte.	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	21.48	44.53	32.42	1.56	0.95	69.10
2	21.63	40.41	36.73	1.22	0.94	65.30
3	20.46	43.56	33.99	1.98	0.96	65.70
4	21.95	40.24	35.77	2.03	0.95	64.20
5	19.19	44.28	34.69	1.85	0.95	68.40
6	20.43	45.73	31.71	2.13	0.95	67.20
7	18.87	40.40	39.07	1.66	0.96	67.30
8	19.74	40.52	37.92	1.82	0.96	69.00
9	21.57	43.80	33.33	1.31	0.96	65.70
10	20.07	44.37	33.80	1.76	0.95	64.90
11	16.72	39.43	41.64	2.21	0.96	66.80
12	24.06	40.60	34.21	1.13	0.95	64.50
13	18.85	44.23	35.00	1.92	0.95	65.00
14	17.73	42.73	37.50	2.03	0.96	64.30
15	19.13	45.28	33.90	1.69	0.97	63.80
16	18.41	40.43	39.71	1.44	0.96	67.70
17	17.36	39.22	41.48	1.93	0.96	65.40
18	18.75	44.49	35.66	1.10	0.95	62.90
19	19.96	40.35	38.38	1.32	0.97	62.80
20	18.87	43.38	36.09	1.66	0.96	64.50
21	18.84	43.84	36.30	1.03	0.96	64.70
22	22.50	41.07	35.00	1.43	0.95	64.30
23	21.00	44.84	33.10	1.07	0.95	68.20
24	17.34	43.06	37.57	2.02	0.96	63.90
25	20.31	42.71	35.42	1.56	0.96	69.50
26	19.20	44.89	33.75	2.17	0.95	65.30
27	20.00	40.51	38.23	1.27	0.96	67.10
28	18.77	44.06	35.25	1.92	0.95	64.80
29	17.78	39.04	40.95	2.22	0.95	64.30
30	21.17	41.04	36.16	1.63	0.96	66.50
Suma	592.14	1273.04	1084.73	50.07	28.67	1973.10
Promedio	19.74	42.43	36.16	1.67	0.96	65.77

Anexo 20. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Maduro I Repetición						
Nº	% Cáscara	% Jugo	% R.Inte.	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	20.08	47.73	30.67	1.51	0.96	57.50
2	22.78	47.89	28.06	1.27	0.98	53.20
3	12.45	49.59	36.94	1.02	0.97	55.30
4	17.53	51.89	28.87	1.72	0.95	57.00
5	19.94	48.50	31.56	1.99	0.96	55.90
6	17.94	48.28	31.93	1.85	0.97	57.20
7	18.71	50.72	28.78	1.80	0.96	55.30
8	18.13	47.50	32.50	1.88	0.96	55.50
9	17.30	51.15	30.00	1.54	0.95	55.70
10	17.75	47.46	32.61	2.17	0.95	54.60
11	20.16	50.99	27.67	1.19	0.95	57.30
12	16.03	48.08	34.62	1.28	0.96	55.00
13	17.63	46.40	34.17	1.80	0.96	56.50
14	18.65	52.29	26.91	2.14	0.96	55.50
15	19.66	48.14	30.17	2.03	0.95	55.30
16	19.57	45.26	33.94	1.22	0.96	54.70
17	19.16	49.61	29.40	1.84	0.96	55.90
18	18.56	50.38	29.17	1.89	0.94	57.80
19	18.60	49.17	30.58	1.65	0.95	55.30
20	17.63	46.58	33.95	1.84	0.96	54.80
21	19.63	50.74	27.78	1.85	0.95	55.20
22	20.64	50.18	28.11	1.07	0.95	53.70
23	19.93	45.42	32.68	1.96	0.96	53.50
24	17.92	52.33	27.96	1.79	0.95	55.30
25	21.32	50.73	26.84	1.10	0.95	56.00
26	17.89	51.38	28.90	1.83	0.95	53.50
27	19.06	47.12	31.65	2.16	0.96	53.30
28	21.80	51.21	25.61	1.38	0.95	55.00
29	17.59	44.10	37.11	1.20	0.97	54.20
30	18.71	48.47	30.67	2.15	0.96	57.30
Suma	562.75	1469.29	919.81	50.12	28.71	1662.30
Promedio	18.76	48.98	30.66	1.67	0.96	55.41

Anexo 21. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Maduro II Repetición						
N°	% Cáscara	% Jugo	% R. Int	% Semilla	(g/cm³) Densidad	(kg/cm²) Resistencia Penetración.
1	17.19	50.61	30.51	1.69	0.97	53.50
2	18.45	49.45	29.89	2.21	0.95	59.10
3	15.48	49.35	32.90	2.26	0.95	54.30
4	19.27	49.66	29.93	1.13	0.97	56.20
5	17.41	50.51	31.06	1.02	0.96	55.40
6	19.43	46.57	32.29	1.71	0.96	57.20
7	19.55	49.66	29.21	1.57	0.97	58.10
8	19.94	47.02	31.25	1.79	0.96	54.50
9	19.18	51.66	28.13	1.02	0.97	52.90
10	17.02	49.73	31.38	1.86	0.96	57.00
11	20.41	47.63	30.18	1.78	0.97	55.90
12	20.65	49.46	28.53	1.36	0.97	54.30
13	19.37	44.73	33.90	1.99	0.96	56.70
14	20.00	49.43	28.57	2.00	0.96	55.30
15	20.60	49.05	29.00	1.36	0.96	56.00
16	19.60	48.30	30.40	1.70	0.96	58.30
17	16.90	47.23	34.40	1.46	0.97	59.10
18	17.80	48.95	31.41	1.83	0.97	53.20
19	17.60	42.74	38.27	1.40	0.97	58.30
20	17.29	54.92	26.78	1.02	0.95	54.50
21	17.68	49.60	30.61	2.11	0.96	55.00
22	15.93	50.15	31.86	2.06	0.95	57.20
23	21.33	49.30	27.27	2.10	0.95	59.20
24	20.00	49.39	28.98	1.63	0.94	53.30
25	20.78	46.67	30.20	2.35	0.94	55.40
26	18.92	48.05	30.93	2.10	0.97	55.60
27	19.93	50.00	28.10	1.96	0.96	58.20
28	20.05	49.18	28.85	1.92	0.96	53.30
29	18.86	49.83	29.63	1.68	0.96	57.40
30	20.71	49.59	28.61	1.09	0.97	58.10
Suma	567.33	1468.42	913.03	51.16	28.82	1682.50
Promedio	18.91	48.95	30.43	1.71	0.96	56.08

Anexo 22. Tabla de determinación de porcentaje de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle).

Determinación de porcentajes de cáscara, jugo, residuos internos, semilla, densidad y resistencia de penetración de limón sutil Maduro III Repetición

Nº	% Cáscara	% Jugo	% R.Inte.	% Semilla	(g/cm ³) Densidad	(kg/cm ²) Resistencia Penetración.
1	16.78	49.01	32.24	1.97	0.95	59.30
2	21.97	49.62	26.52	1.89	0.94	53.50
3	17.63	50.17	31.19	1.02	0.95	54.70
4	17.75	50.17	30.38	1.71	0.96	54.90
5	18.72	47.95	31.54	1.79	0.96	59.20
6	22.18	49.62	26.69	1.50	0.95	58.30
7	20.82	48.16	29.80	1.22	0.94	55.20
8	13.58	49.42	34.97	2.02	0.96	59.30
9	21.77	49.13	27.94	1.16	0.97	55.50
10	17.41	50.51	30.72	1.37	0.96	56.00
11	20.16	48.79	29.44	1.61	0.95	55.50
12	17.54	48.95	31.68	1.83	0.97	58.20
13	17.33	49.15	31.53	1.99	0.96	53.70
14	22.82	48.94	27.08	1.16	0.98	57.40
15	19.09	50.61	29.09	1.21	0.96	59.30
16	20.36	46.20	32.22	1.22	0.95	55.00
17	18.46	49.66	30.20	1.68	0.96	55.90
18	21.48	49.65	27.11	1.76	0.98	57.30
19	23.68	49.19	25.71	1.42	0.97	56.20
20	18.28	47.93	31.72	2.07	0.95	54.10
21	17.07	49.60	31.47	1.87	0.96	56.30
22	17.40	49.26	31.86	1.47	0.97	55.70
23	17.74	48.85	31.80	1.61	0.96	59.60
24	18.48	48.19	32.25	1.09	0.95	53.20
25	20.22	49.58	28.53	1.66	0.96	54.90
26	17.63	46.40	34.53	1.44	0.96	58.00
27	18.64	50.59	28.70	2.07	0.97	56.30
28	16.95	48.74	33.05	1.26	0.98	59.10
29	21.00	49.11	28.83	1.07	0.95	56.40
30	18.69	49.55	29.67	2.08	0.96	55.60
Suma	571.63	1472.70	908.46	47.22	28.79	1693.60
Promedio	19.05	49.09	30.28	1.57	0.96	56.45

Anexo 23. Tablas de mediciones de análisis químicos del jugo del limón sutil.

Porcentaje de Agua			Porcentaje de Agua		
Limón Verde			Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición	I Repetición	II Repetición	III Repetición
89.87	88.97	89.75	89.97	89.93	90.02
89.83	89.13	88.98	90.05	90.02	89.93
89.79	88.63	89.02	90.01	89.84	89.99
Media 89.83	88.91	89.25	Media 90.01	89.93	89.98

Porcentaje de Agua		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
91.75	92.07	92.03
91.89	91.93	91.95
91.97	92.15	91.96
Media 91.87	92.05	91.98

Porcentaje de Sólidos Totales			Porcentaje de Sólidos Totales		
Limón Verde			Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición	I Repetición	II Repetición	III Repetición
10.01	11.13	10.03	9.87	10.08	9.97
10.12	10.96	10.53	10.03	10.05	10.01
10.38	11.18	10.69	10.07	10.11	10.08
Media 10.17	11.09	10.42	Media 9.99	10.08	10.02

Porcentaje de Sólidos Totales		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
8.14	8.14	8.26
7.97	7.93	7.93
8.28	7.78	7.87
Media 8.13	7.95	8.02

Fibra		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.13	0.17	0.16
0.13	0.13	0.11
0.11	0.15	0.12
Media 0.12	0.15	0.13

Fibra		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.15	0.13	0.13
0.14	0.10	0.11
0.14	0.13	0.13
Media 0.14	0.12	0.12

Fibra		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.11	0.10	0.11
0.08	0.09	0.10
0.13	0.09	0.11
Media 0.11	0.09	0.11

Carbohidratos		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
8.55	9.83	8.83
8.77	8.96	9.24
8.87	9.56	9.75
Media 8.73	9.45	9.27

Carbohidratos		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
8.48	8.61	8.45
8.55	8.53	8.63
8.63	8.60	8.69
Media 8.55	8.58	8.59

Carbohidratos		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
6.59	5.98	6.59
7.01	6.93	5.97
6.26	6.71	7.03
Media 6.62	6.54	6.53

Proteína		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.05	1.43	1.12
1.13	1.28	1.25
1.12	1.19	1.08
Media 1.10	1.30	1.15
Proteína		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.11	1.05	1.11
1.15	1.01	1.04
1.12	1.03	1.12
Media 1.13	1.03	1.09

Proteína		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.07	1.09	1.10
1.05	1.11	1.06
1.04	1.13	1.05
Media 1.05	1.11	1.07

Cenizas		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.23	0.21	0.17
0.20	0.18	0.21
0.22	0.19	0.22
Media 0.22	0.19	0.20

Cenizas		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.25	0.27	0.24
0.24	0.26	0.25
0.26	0.28	0.26
Media 0.25	0.27	0.25

Cenizas		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
0.28	0.30	0.31
0.28	0.29	0.27
0.26	0.28	0.29
Media 0.27	0.29	0.29

Potasio		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
135.00	134.00	132.00
130.00	137.00	136.00
131.00	137.00	134.00
Media 132.00	136.00	134.00

Potasio		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
118.00	123.00	124.00
119.00	119.00	123.00
118.00	118.00	122.00
Media 118.33	120.00	123.00

Potasio		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
114.00	116.00	118.00
116.00	116.00	120.00
115.00	117.00	118.00
Media 115.00	116.33	118.67

Calcio		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
19.00	21.00	21.00
19.00	22.00	21.00
18.00	20.00	19.00
Media 18.67	21.00	20.33

Calcio		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
18.00	16.00	19.00
17.00	16.00	19.00
16.00	15.00	18.00
Media 17.00	15.67	18.67

Calcio		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
13.00	16.00	19.00
14.00	18.00	18.00
16.00	15.00	19.00
Media 14.33	16.33	18.67

Fósforo		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
14.00	14.00	17.00
17.00	14.00	15.00
16.00	15.00	16.00
Media 15.67	14.33	16.00

Fósforo		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
11.00	14.00	15.00
13.00	13.00	15.00
13.00	15.00	14.00
Media 12.33	14.00	14.67

Fósforo		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
10.00	10.00	12.00
13.00	12.00	16.00
12.00	12.00	14.00
Media 11.67	11.33	14.00

Vitamina A		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
23.00	21.00	21.00
23.00	19.00	18.00
21.00	20.00	19.00
Media 22.33	20.00	19.33

Vitamina A		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
20.00	18.00	19.00
19.00	16.00	19.00
18.00	18.00	18.00
Media 19.00	17.33	19.00

Vitamina A		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
15.00	16.00	14.00
18.00	17.00	14.00
17.00	15.00	15.00
Media 16.67	16.00	14.33

Vitamina C		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
53.00	57.00	55.00
26.00	57.00	53.00
24.00	56.00	54.00
Media 34.33	56.67	54.00

Vitamina C		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
45.00	48.00	50.00
44.00	47.00	49.00
46.00	47.00	48.00
Media 45.00	47.33	49.00

Vitamina C		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
42.00	44.00	44.00
45.00	43.00	44.00
44.00	42.00	43.00
Media 43.67	43.00	43.67

pH		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
2.40	2.39	2.41
2.41	2.40	2.41
2.40	2.39	2.40
Media 2.40	2.39	2.41

pH		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
2.39	2.37	2.39
2.38	2.38	2.38
2.38	2.37	2.38
Media 2.38	2.37	19.00

pH		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
2.35	2.36	2.36
2.36	2.37	2.36
2.36	2.36	2.37
Media 2.36	2.36	2.36

Ácido Cítrico		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
5.77	5.77	5.78
5.78	5.76	5.73
5.78	5.78	5.75
Media 5.78	5.77	5.75

Ácido Cítrico		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
5.44	5.50	5.45
5.45	5.52	5.49
5.45	5.50	5.47
Media 5.45	5.51	5.47

Ácido Cítrico		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
5.43	5.36	5.36
5.36	5.40	5.39
5.38	5.41	5.39
Media 5.39	5.39	5.38

°Brix		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
7.50	7.25	7.50
7.50	7.25	8.00
7.50	7.50	8.00
Media 7.50	7.33	7.83
°Brix		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
7.50	8.00	8.00
7.50	7.50	7.50
8.00	7.50	8.00
Media 7.67	7.67	7.83

°Brix		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
7.25	7.75	7.50
7.25	7.75	7.50
7.50	8.00	8.00
Media 7.33	7.83	7.67

Índice de Refracción		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
Media 1.34	1.34	1.34

Índice de Refracción		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
Media 1.34	1.34	1.34

Índice de Refracción		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34
Media 1.34	1.34	1.34

Densidad Relativa		
Limón Verde		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.04	1.04	1.04
1.04	1.03	1.04
1.03	1.04	1.04
Media 1.04	1.04	1.04

Densidad Relativa		
Limón Pintón		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.04	1.04	1.03
1.03	1.04	1.03
1.03	1.03	1.04
Media 1.03	1.04	1.03

Densidad Relativa		
Limón Maduro		
I Repetición	II Repetición	III Repetición
1.04	1.03	1.04
1.04	1.03	1.03
1.03	1.04	1.03
Media 1.04	1.03	1.03

Anexo 24. Tablas de Rango y Límites de confianza para análisis químicos del jugo de limón sutil.

Rango Porcentaje de Agua			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	803.97	809.76	827.70
Promedio	89.33	89.97	91.97
Desviación	0.45	0.06	0.11
Límites de Confianza			
Rango	0.34	0.05	0.08
Limite Conf. Max.	89.67	90.02	92.05
Limite Conf. Min.	88.99	89.93	91.88

Rango Porcentaje Sólidos Totales			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	95.03	90.27	72.30
Promedio	10.56	10.03	8.03
Desviación	0.43	0.07	0.17
Límites de Confianza			
Rango	0.33	0.05	0.13
Limite Conf. Max.	10.89	10.08	8.16
Limite Conf. Min.	10.23	9.98	7.90

Rango Fibra			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	1.21	1.16	0.92
Promedio	0.13	0.13	0.10
Desviación	0.02	0.01	0.01
Límites de Confianza			
Rango	0.02	0.01	0.01
Limite Conf. Max.	0.15	0.14	0.11
Limite Conf. Min.	0.12	0.12	0.09

Rango Carbohidratos			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	82.36	77.17	59.07
Promedio	9.15	8.61	6.56
Desviación	0.44	0.07	0.39
Límites de Confianza			
Rango	0.34	0.06	0.30
Límite Conf. Max.	9.49	8.66	6.86
Límite Conf. Min.	8.82	8.55	6.26

Rango Proteína			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	10.65	9.70	9.74
Promedio	1.18	1.08	1.08
Desviación	0.11	0.03	0.05
Límites de Confianza			
Rango	0.09	0.02	0.04
Límite Conf. Max.	1.27	1.10	1.12
Límite Conf. Min.	1.10	1.06	1.05

Rango Cenizas			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	1.83	2.31	2.56
Promedio	0.20	0.26	0.28
Desviación	0.02	0.01	0.01
Límites de Confianza			
Rango	0.01	0.01	0.01
Límite Conf. Max.	0.22	0.27	0.30
Límite Conf. Min.	0.19	0.25	0.27

Rango Potasio			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	1206.00	1084.00	1050.00
Promedio	134.00	120.44	116.67
Desviación	2.40	2.36	1.70
Límites de Confianza			
Rango	1.85	1.82	1.31
Límite Conf. Max.	135.85	122.26	117.97
Límite Conf. Min.	132.15	118.63	115.36

Rango Calcio			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	180.00	154.00	148.00
Promedio	20.00	17.11	16.44
Desviación	1.25	1.34	2.06
Límites de Confianza			
Rango	0.96	1.03	1.58
Límite Conf. Max.	20.96	18.14	18.03
Límite Conf. Min.	19.04	16.08	14.86

Rango Fósforo			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	138.00	123.00	111.00
Promedio	15.33	13.67	12.33
Desviación	1.15	1.25	1.76
Límites de Confianza			
Rango	0.89	0.96	1.36
Límite Conf. Max.	16.22	14.63	13.69
Límite Conf. Min.	14.45	12.71	10.98

Rango Vitamina A			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	185.00	165.00	141.00
Promedio	20.56	18.33	15.67
Desviación	1.64	1.05	1.33
Límites de Confianza			
Rango	1.26	0.81	1.02
Límite Conf. Max.	21.82	19.14	16.69
Límite Conf. Min.	19.29	17.52	14.64

Rango Vitamina C			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	435.00	424.00	391.00
Promedio	48.33	47.11	43.44
Desviación	12.56	1.79	0.96
Límites de Confianza			
Rango	9.66	1.38	0.73
Límite Conf. Max.	57.99	48.49	44.18
Límite Conf. Min.	38.68	45.73	42.71

Rango de pH			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	21.61	21.42	21.25
Promedio	2.40	2.38	2.36
Desviación	0.01	0.01	0.01
Límites de Confianza			
Rango	0.01	0.01	0.00
Límite Conf. Max.	2.41	2.39	2.37
Límite Conf. Min.	2.40	2.37	2.36

Rango Ácido Cítrico			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	51.90	49.27	48.48
Promedio	5.77	5.47	5.39
Desviación	0.02	0.03	0.02
Límites de Confianza			
Rango	0.01	0.02	0.02
Límite Conf. Max.	5.78	5.50	5.40
Límite Conf. Min.	5.75	5.45	5.37

Rango °Brix			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	68.00	68.50	69.50
Promedio	7.56	7.61	7.72
Desviación	0.26	0.27	0.25
Límites de Confianza			
Rango	0.20	0.20	0.19
Límite Conf. Max.	7.75	7.82	7.91
Límite Conf. Min.	7.36	7.41	7.53

Rango Índice de Refracción			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	12.06	12.06	12.06
Promedio	1.34	1.34	1.34
Desviación	0.00	0.00	0.00
Límites de Confianza			
Rango	0.00	0.00	0.00
Límite Conf. Max.	1.34	1.34	1.34
Límite Conf. Min.	1.34	1.34	1.34

Rango Densidad Relativa			
	Verde	Pintón	Maduro
Suma	9.34	9.31	9.31
Promedio	1.04	1.03	1.03
Desviación	0.00	0.00	0.00
Límites de Confianza			
Rango	0.00	0.00	0.00
Límite Conf. Max.	1.04	1.04	1.04
Límite Conf. Min.	1.03	1.03	1.03

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL**

REPORTE DE ANALISIS DE ALIMENTOS

PROPIETARIO: Sr. Javier Puente
PROCEDENCIA: Ibarra
NOMBRE GENERICO: Limón Sútil
PROCESO: Crudo
PARTE: Jugo

Descripción del Alimento	Código	mg Calcio	Prom. Ca	mg. Fósforo	Prom P	mg. K	Prom. K
Limón Verde	Rp -2412	19	20	16	15	132	134
		21		14		136	
		20		16		134	
Limón Pintón	Rp - 2413	17	17	12	13	118	120
		16		13		120	
		19		15		123	
Limón Maduro	Rp - 2414	14	16	12	12	115	117
		16		11		116	
		19		14		119	

DETERMINACIÓN DE VITAMINAS

Descripción del Alimento	Código	mg. Vit A	Prom. Vit A
Limón Verde	Rp -2412	22	20
		20	
		19	
Limón Pintón	Rp - 2413	19	18
		17	
		19	
Limón Maduro	Rp - 2414	17	16
		16	
		14	


 Ing. Patricio Guevara
 JEFE LAB NUTRICION ANIMAL

