

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLORACIÓN A FRUTO DE
LIMÓN PÉRSICO (*Citrus latifolia* Tan.) EN 3 DIFERENTES PISOS
ALTITUDINALES”.**

POR:

FRANCISCO ALBERTO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

ORLANDO RODRÍGUEZ RAMOS

CARLOS ERNESTO SILIÉZAR GARCÍA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR, NOVIEMBRE DE 2003.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA: DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL: LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO: ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

SECRETARIO: ING. AGR. ALIRIO SANTOS SANDOVAL

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. JUAN ROSA QUINTANILLA

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. CARLOS MARIO APARICIO GONZÁLEZ

ING. AGR. MAURICIO DE JESUS VANEGAS PERDOMO

RESUMEN

La investigación se realizó en tres fincas ubicadas a diferente altura sobre el nivel del mar, Huertos Mayoland que se encuentra en el cantón El Pedregal, municipio de El Rosario, en el departamento de La Paz, situada a 53 metros sobre el nivel del mar (msnm); Finca Los Chorros en el cantón Agua Escondida, municipio de San Juan Opico, en el departamento de La Libertad, a 421 msnm y Finca Lupita, en el cantón Cuesta de Piedra, municipio de Cojutepeque, en el departamento de Cuscatlán, a una altura de 838 msnm.

El cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tan.) ha tenido en los últimos años un gran auge en el país, lo cual se demuestra con el aumento de las exportaciones de la fruta hacia Estados Unidos, Europa y Japón, los cuales se constituyen en los principales mercados para el producto. Por lo anterior es de gran importancia realizar investigaciones sobre el cultivo, con el propósito de generar información que ayuden a mejorar las prácticas de manejo del cultivo, mejorando así la productividad y por ende la rentabilidad del mismo.

El objetivo de la investigación fue determinar el tiempo que transcurre desde la etapa de floración hasta la etapa de cosecha del fruto de limón pérsico en diferentes altitudes, las cuales están dentro de las zonas productoras de limón pérsico en El Salvador.

La fase de campo de la investigación tuvo una duración de 6 meses, comprendida de febrero a julio de 2003. El diseño estadístico utilizado fue Parcelas Divididas en Bloques al Azar 3 X 3 con 9 repeticiones, en donde se evaluó el efecto de la altitud sobre el tiempo de floración a cosecha y el efecto de la posición del fruto en los estratos del árbol (Alto, Medio y Bajo) sobre el tamaño del mismo.

Las variables evaluadas en la investigación fueron: el número de días que transcurren desde la etapa de floración hasta la etapa de cosecha del fruto, el diámetro y la longitud del mismo (variables de crecimiento del fruto).

Los resultados mostraron que la altitud (piso altitudinal) ejerce un efecto sobre el tiempo que transcurre desde la floración hasta la cosecha del fruto, puesto que para la finca situada a 53 msnm (Huertos Mayoland) el tiempo transcurrido fue de 84 a 105 días desde la etapa de flor abierta hasta que el fruto se encuentra con las características de madurez para ser cosechado, para la finca Los Chorros, situada a 421 msnm de 118 a 125 días y para la finca Lupita, la cual está situada a 838 msnm, un rango de 125 a 133 días. Mientras que la posición del fruto dentro del estrato del árbol, no ejerce efecto sobre el tiempo de floración a cosecha ni tampoco sobre el tamaño y calidad del fruto.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de El Salvador (UES): A través de la Facultad de Ciencias Agronómicas por forjarnos como profesionales de las ciencias agronómicas y principalmente como agentes de cambio para el país, agradecer al departamento de Fitotecnia por el apoyo brindado a través del Ing. Agr. Carlos Mario Aparicio. También al Ing. Agr. José Mauricio Tejada por su apoyo desinteresado y ejemplar durante la investigación.

Al Programa Nacional de Frutas de El Salvador (IICA/FRUTALES): Por el apoyo y asesoría técnica a través del Ing. Agr. Mauricio de Jesús Vanegas Perdomo, quién además de nuestro asesor se convirtió en un gran amigo. Además agradecer al Ing. Agr. Rene Pérez Rivera, por sus observaciones y recomendaciones durante la investigación.

A los Productores: Lic. Carlos Armando Argueta, Lic. Federico Guadrón y Ing. Miguel Peña, propietarios de Huertos Mayoland, Finca Los Chorros y Finca Lupita, por habernos permitido el ingreso a sus parcelas para el montaje de la investigación, así como al personal de campo de las mismas.

Al Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET): Por habernos proporcionado la información meteorológica de las estaciones de San Andrés y Cojutepeque.

DEDICATORIA

A DIOS: Por regalarme la vida y por guiarme día a día en la consecución de mis metas.

A mis Padres Estanislao Hernández Cortéz y Ana Margarita Sánchez de Hernández: Por todos sus sacrificios a través de los años y por luchar para que todos sus hijos salgan adelante en la vida. Gracias por su comprensión, gracias por su apoyo, gracias por su paciencia, gracias por sus consejos, gracias por los regaños, gracias por todo.

A mis Hermanas Lorena, Wendy, Ana y mi hermano Hugo: Por su cariño, apoyo y comprensión en todo momento.

A mis Abuelos Francisco Sánchez Escobar y Dominga Hernández Laínez: Por ser un ejemplo para mí y ser una fuente de sabiduría para todos sus hijos y nietos.

A mis Tíos y Tías: Ramiro, Rosa, Alicia, Cecilia, Carmelina y Esperanza por haberme ayudado de una u otra forma en la culminación de mi carrera. Además a la Tía Chila, por su apoyo a mi papá y a mi persona.

A mis Primos y Primas: Nayo, Chico 3 y 4, Calín, Esmeralda, Luz, Andrea, Karla, Marcela, Luis, Jacqueline, Rubí, Marilú, , Belinda y especialmente a Rosita por su amistad y cariño.

A mis Compañeros y Amigos de Universidad: Roberto, Chicho, Rossny, Ricardo Herrera, Chele Alirio, William (Cojute), Carlos El Maestro, Karen, Blanca Eugenia, Ada, Enrique, Pedro Mica, Julio Culebra, Lupita, María Eugenia, Riquelmy, Daysi, Natalia, Joaquín, Hipatia, Karina, Xochilt, Orlando, Ricardo Hernández, Silver, Chepe, Paniagua, Colocho, Dexter, Mauro, Escolero, Oviedo, Hugo, Albino, Iván, Ing. Juan Rosa, Ing. Homero, Ing. Tejada y todos aquellos que desde 1997 marcan una etapa de mi vida, gracias por su amistad.

A mis Amigos del pasaje: Luis (Bob Esponja), Franklin (Chabelo), David (El virolo dávidi), Alonso (La enferma), Ana, Francis, Ale, Salvador (Chambaman), Nelson (Zancudón), Edgar (Calamardo), José (Don electrodoméstico), por ayudarme en la carrera de todas las maneras posibles, además por no dejarme estudiar tantos días por estar fregando con el Big Brother (El poste). También al Agrónomo Felipe Aguilar (Don Felipe) por todos los consejos y apoyo recibido.

A mis compañeros de tesis Orlando Rodríguez y Carlos Siliézar: Por sacar este trabajo adelante y no rendirse en ningún momento, además por su disponibilidad, responsabilidad y sinceridad mostrada en este tiempo.

A Silvia Marilú Deras (Q.E.P.D): Por la amistad, cariño y apoyo brindado durante mucho tiempo.

FRANCISCO ALBERTO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

DEDICATORIA

A DIOS: Por regalarme cada segundo de mi vida.

A mi Padre Cándido Ramos: Por ser parte inseparable de todo mi proceso de formación y ser un ejemplo para mi y todos mis hermanos en todo momento, gracias por todo.

A mi abuelita Marcos González: Por ser como mi madre y haberme cuidado desde una etapa muy temprana de mi vida, por haber sido muy ejemplar en todo momento; gracias por siempre.

A mis Hermanos Carmen, Lolo, Leonor y Guillermo Rodríguez Ramos: Por todo su cariño, apoyo y comprensión en todo momento

A mis Tíos y Tías: Nicolás, Nery, Kilo, Paula, Mila y muchos otros que de una u otra forma fueron parte de mi fortaleza familiar.

A mis Primos: Enrique, Roxana, Dilma, Norma, Irma, Sonia, Mirna y muchos otros que me brindaron su apoyo y cariño en todo momento.

A mis Amigos de Sensunte: Eduardo Vargas, Prof. Alexander Sánchez, Melvi, Waldomar, Cecilio, Napoleon, Br. Suate, Julio y Jorge Guzmán, Armando Méndez, Carlos Castro, Leodan, Pablo G. , Chepito, Samuel G. , Miguel Enríquez. , Duglas, Pedro A. ,Edwin, Morís, y a muchos otros mas que fueron, son y serán siempre las personas mas ejemplares en mi vida.

A mis Amigos de la Universidad: En primer lugar a todos los compañeros egresados de la promoción 2002 y a muchos otros que me brindaron su amistad y comprensión en algún momento de mi tiempo en la UES.

A mis compañeros de Tesis: Francisco Hernández y Carlos Siliezar Por toda la comprensión brindada durante el desarrollo de este trabajo.

ORLANDO RODRIGUEZ RAMOS

DEDICATORIA

Al finalizar esta etapa de mi vida quiero dedicar este triunfo a muchas personas pero en especial:

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA: Por ser mi luz, guía, y compañía durante toda mi vida, permitiéndome alcanzar una meta gracias a sus bendiciones y las fuerzas necesarias para salir delante de cualquier tropiezo.

A mis padres: Cruz Siliézar Molina y Maria Emma de Siliézar por brindarme su apoyo incondicional, amor, y comprensión en las buenas y en las malas, enseñándome a ser una persona justa y correcta, además por que este triunfo no solo es mío es nuestro los amo.

A mis abuelos: Transito Siliézar (Q.E.P.D.) y Victoria de Siliézar (Q.E.P.D.), Francisco Quintanilla (Q.E.P.D.) y Magdalena García (Mamámena), por su apoyo incondicional y su cariño tan especial.

A mis hermanos: Oscar Rene y Karen Raquel por estar siempre a mi lado preocupados por mi, brindándome su cariño y comprensión gracias por todo.

A mi cuñada y sobrina: Patricia Luzaira y Luzaira Michelle por formar parte de mi familia.

A mi novia: Xochilt Guardado por ser antes que mi novia una buena amiga y brindarme su apoyo incondicional, estando en los momentos en que mas la necesité te amo, gracias por todo.

A mi familia: Carlos y Juvé, francisco (Paco), Francis, Santiago, Jorge, Manuel (Memé) Lucia, Rosy, Anita. (Q.E.P.D.) y primos Karla, Tico, Luis, gracias a todos por ser un ejemplo a seguir.

A mis buenos amigos: Pedro (pato), Julio (culebra), Enrique (pepino), Ricardo (trompa), Mauro y Mercedes (caronte y menche), Fabio y Cledy, Alma, Nubia, Silver y Emilia, Natalia, Roberto (gazapo), y Daysi, gracias a todos por brindarme su amistad que es muy valiosa para mí.

A mis amigos y compañeros: Lupita y Hugo, Alex (dexter), José Luis (chepe), Carlos Luis (colochó), Paniagua, Joaquín, Raúl (abuelo), Ada, Salvador (chicho). Eugenia, Oviedo, Riquelme (chilitocabron), por compartir mucho tiempo en las aulas aprendiendo y alcanzando una meta al igual que ustedes.

A mis amigos de la ASECAS: Chumbi y Maria, Henri y Anita, Rodrigo y Maria José, Oso y Vanesa, Pelón, Príncipe, Natalia y Guayo, Pesqui, Oscar (Che), Pelele, Francis, Napo, Natalia, Peludo y Yessi, por compartir conmigo y contar con ustedes en esos momentos de relajo.

A mis compañeros de tesis: Francisco Hernández y Orlando Rodríguez por ser mis amigos, y salir adelante en esos momentos de la tesis tan difícil y por darme la oportunidad de alcanzar una meta en común.

Al ingeniero: Mauricio Vanegas, no solo por ser el asesor de este trabajo sino por ser un buen amigo y brindar su ayuda incondicional para alcanzar esta meta.

CARLOS ERNESTO SILIEZAR GARCÍA

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	i
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS.....	iv
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xviii
INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	xix
INDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE.....	xx
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Generalidades del cultivo.....	2
2.1.1 Clasificación taxonómica	4
2.1.2 Descripción botánica.....	4
2.1.2.1 Árbol.....	4
2.1.2.2 Hojas	5
2.1.2.3 Flores	5
2.1.2.4 Fruto	5
2.2 Importancia.....	7
2.2.1 Económica	7
2.2.2 Ambiental.....	8
2.2.3 Social.....	8

2.3 Contenido Nutricional.....	8
2.4 Fenología del fruto	9
2.4.1 Formación de flores.....	9
2.4.2 Fructificación o cuajado	12
2.4.3 Crecimiento y desarrollo del fruto.....	12
2.4.3.1 Fase I.....	12
2.4.3.2 Fase II	13
2.4.3.3 Fase III	14
2.5 Factores que afectan la formación de flores	15
2.5.1 Juvenilidad.....	15
2.5.2 Fruta	15
2.5.3 Sombra	15
2.5.4 Vigor del árbol.....	16
2.5.5 Pérdida de la hoja.....	16
2.5.6 Madurez y Cosecha del limón pérsico	16
2.6 Factores que determinan la calidad del fruto.....	17
a) Externos	17
b) Internos.....	18
2.7 Efectos del clima en la producción de <i>Citrus latifolia</i> Tan.....	19
2.7.1 Temperatura	19
2.7.1.1 Temperaturas bajas	20
2.7.1.2 Temperaturas altas	21
2.7.1.3 Temperaturas óptimas	21

2.7.2 Precipitación	22
2.7.3 Humedad relativa (HR)	23
2.7.4 Luz	23
2.7.5 Viento.....	24
2.7.6 Altitud.....	24
2.8 Factores edáficos de consideración en la producción de <i>Citrus latifolia</i> Tan	25
2.8.1 Profundidad efectiva.....	26
2.8.2 Drenaje	26
2.8.3 Pedregosidad.....	26
2.8.4 Pendiente	26
2.8.5 Permeabilidad.....	26
2.8.6 Salinidad.....	27
2.8.7 Materia orgánica	27
2.8.8 pH.....	27
2.8.9 Calcáreo.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Localización del experimento	29
3.2 Condiciones climáticas de la zona.....	29
3.3 Condiciones edáficas	34
3.4 Metodología de campo	35
3.4.1 Desarrollo del experimento	35
3.4.1.1 Selección de fincas	35
3.4.1.2 Selección de árboles.....	36

3.4.1.3 División de estratos.....	36
3.4.1.4 Selección de ramas y brotes florales	38
3.4.1.5 Toma de datos.....	39
3.4.1.6 Determinación de parámetros de cosecha.....	39
3.4.1.6.1 Características externas.....	40
a) Peso.....	40
b) Tamaño	41
c) Color	41
3.4.1.6.2 Características internas	42
a) Contenido de jugo	42
b) Grados Brix	43
3.4.2 Variables en estudio	43
3.4.2.1 Tiempo.....	43
3.4.2.2 Diámetro.....	43
3.4.2.3 Longitud	43
3.5 Metodología estadística	43
3.5.1 Diseño experimental.....	43
3.5.2 Modelo estadístico	43
3.5.3 Factores en estudio	45
3.5.4 Variables evaluadas.....	45
3.5.4.1 Tiempo.....	45
3.5.4.2 Diámetro del fruto.....	45
3.5.4.3 Longitud del fruto	45

3.5.5 Análisis estadístico.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1 Variable Tiempo.....	47
4.1.1 Influencia de la altitud	52
4.2 Variables de crecimiento	56
4.2.1 Diámetro de flor a fruto.....	56
4.2.2 Longitud de flor a fruto	61
V. CONCLUSIONES.....	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	70
VIII. APÉNDICE.....	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Contenido nutricional en 100 grs de <i>Citrus latifolia</i> Tan.....	8
2. Variables climáticas y edáficas.....	28
3. Análisis de varianza para un arreglo en parcelas divididas.....	44
4. Tiempo de duración de las fases de crecimiento y desarrollo de limón pérsico	51
5. Diferencia de temperaturas mínimas entre fincas	52
6. Diferencia de temperaturas promedio entre fincas.....	52
7. Diferencia de temperaturas máximas entre fincas.....	52
8. Prueba de medias de diámetros de Duncan	57
9. Pruebas de medias de longitudes de Duncan	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Cinturón citrícola	3
2. Sección transversal de una flor de cítricos.....	6
3. Exportaciones de El Salvador de limón pérsico	7
4. Tipos de brotes que aparecen durante la floración.....	10
5. Comportamiento de la floración	11
6. Comportamiento de las temperaturas máximas en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	31
7. Comportamiento de las temperaturas medias en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	31
8. Comportamiento de las temperaturas mínimas en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	32
9. Comportamiento de la precipitación promedio en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	32
10. Comportamiento de la humedad relativa (HR) en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	33

11. Comportamiento de la velocidad de los vientos en las tres fincas durante los meses de febrero a julio. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.....	33
12. Diferencias de temperaturas mínimas de las fincas	54
13. Diferencias de temperaturas medias de las fincas.....	54
14. Diferencias de temperaturas máximas de las fincas	55
15. Comparación de diámetros de la semana 1	58
16. Comparación de diámetros de la semana 2	58
17. Comparación de diámetros de la semana 3	59
18. Comportamiento de los diámetros entre la semana 4 y la semana 16.....	59
19. Comportamiento de los diámetros entre la semana 17 y la semana 18.....	60
20. Comportamiento de los diámetros desde botón floral hasta fruto maduro.....	61
21. Comparación de las longitudes de la semana 1	62
22. Comparación de las longitudes de la semana 2	63
23. Comportamiento de las longitudes entre la semana 3 y la semana 7	64
24. Comportamiento de las longitudes entre la semana 8 y la semana 12	64
25. Comportamiento de las longitudes entre la semana 13 y la semana 15	65
26. Comportamiento de las longitudes de la semana 16	66
27. Comportamiento de las longitudes entre la semana 17 y la semana 20	66
28. Comportamiento de las longitudes desde botón floral hasta fruto maduro	67

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía	Página
1. Árboles de Huertos Mayoland	37
2. División de estratos.....	37
3. Selección de brotes florales.....	39
4. Toma de datos	40
5. Determinación de pesos	41
6. Determinación de tamaños	42
7. Tabla de Munsell	42
8. Toma de diámetros de frutos.....	46
9. Toma de longitudes de frutos	46

INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro	Página
1 A. Colores más frecuentes de los frutos en las fincas.....	78
2 A. Análisis de varianza para los diámetros de las semana 1 a la 10	80
3 A. Análisis de varianza para los diámetros de las semana 10 a la 20	81
4 A. Análisis de varianza para las longitudes de las semana 1 a la 10.....	82
5 A. Análisis de varianza para las longitudes de las semana 10 a la 20.....	83
6 A. Datos metereológicos de la Estación La Providencia	84
7 A. Datos metereológicos de la Estación San Andrés	84
8 A. Datos metereológicos de la Estación Cojutepeque	85
9 A. Hoja de recolección de datos de campo.....	86

INDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

Figuras	Página
1 A. Zonas productoras de limón pérsico en El Salvador.....	76
2 A. Ubicación geográfica de las fincas	77
3 A. Comparación de pesos de los frutos de las fincas	79
4 A. Comparación del % de jugo de los frutos de las fincas	79
5 A. Comparación de los grados Brix de los frutos de las fincas	79

INTRODUCCIÓN

El limón pérsico (*Citrus latifolia* Tan.) es una especie cítrica que se ha mantenido en continuo crecimiento en el país, ello se debe a la demanda potencial que existe en el mercado nacional e internacional principalmente en Estados Unidos, Europa y Japón, lo cual representa una fuente de ingresos para el productor y para los agentes que intervienen la cadena de comercialización en los diferentes mercados, así como en los procesos de agroindustrialización.

En El Salvador el cultivo se encuentra establecido en diferentes zonas, en las cuales se adapta con gran facilidad, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, obteniéndose las mayores producciones en la época lluviosa, lo cual conlleva la caída de los precios en dicha época debido a la sobreoferta, por lo que se hace necesario manejar el cultivo con sistema de riego y técnicas modernas en el manejo, para obtener producciones en la época seca, en donde se presentan los mejores precios en el mercado y elevar la productividad de las fincas, especialmente entre los meses de febrero a abril.

Un aspecto importante es la escasez de información tecnológica escrita sobre el cultivo del limón pérsico en El Salvador, lo cual lleva a depender de técnicas en el manejo utilizadas en el extranjero las cuales en muchos casos no responden a las condiciones propias del medio.

El aporte de la investigación está enfocada en conocer el tiempo que transcurre desde la floración hasta que el fruto presenta las características propias de la madurez; además determinar las diferencias que existen en este lapso de tiempo a medida que aumenta la altitud, para lo cual se seleccionaron los pisos o zonas altitudinales en las cuales se encuentran las mayores áreas de cultivo, lo cual ayudaría a planificar las épocas de poda y así obtener las cosechas en los meses en los que la fruta presentan los mejores precios en el mercado nacional e internacional.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades del cultivo

El área general de origen de los cítricos se considera del sudeste asiático, incluyendo el Este de Arabia hasta el Este de Filipina y el Sur del Himalaya hasta Indonesia o Australia. Dentro de esta amplia región, el nordeste de la India y el Norte de Birmania se consideran el principal centro de origen (Lima, H. 1995). La primera variedad que se diseminó desde estos lugares de origen hacia lo que se llamaba la Europa civilizada fue la Cidra, que paso por Persia de donde fue llevada por los árabes (Montenegro, H.W, 1971). En América, los cítricos fueron introducidos por Cristóbal Colón durante su segundo viaje, primeramente en Haití y de allí llevo a México en 1518 y después a los Estados Unidos en 1569.

En El Salvador, no existe un registro exacto de la fecha de aparición, pero durante la conquista y colonización tuvo que haberse introducido algunas especies cítricas. Según fuentes registradas en las décadas de 1940-1950, se dio la introducción de Germoplasma de variedades y patrones mejorados (certificados) procedentes de Florida (Estados Unidos) (Pérez Rivera, R. 1997). Los Cítricos han sido cultivados por más de 4000 años, más aun, han sido cultivados en casi todos los países entre los 40° latitud Norte y Sur (Figura 1) (Lima, H. 1995).

El Limón Pérsico, (*Citrus latifolia* Tan), es de origen desconocido. Se considera un híbrido entre lima mexicana (*Citrus aurantifolia* Swingle) y la Cidra (*Citrus medica* Linn), puesto que las flores están desprovistas de granos de polen u óvulos viables y los frutos raras veces tienen semilla. Es una fruta relativamente nueva que aparece en los huertos de California en el siglo XIX, presumiblemente procedente de la isla de Tahití en Oceanía (Campbell, C.W, 1994).

El Limón Pérsico es conocida en español también con el nombre de Lima común de Persia, Lima Tahití, Lima coorg Lima de Egipto y Limón sutil. En ingles se conoce con los nombres de Tahití Lime, Seedles Lime, Persian Lime y Bears Lime.

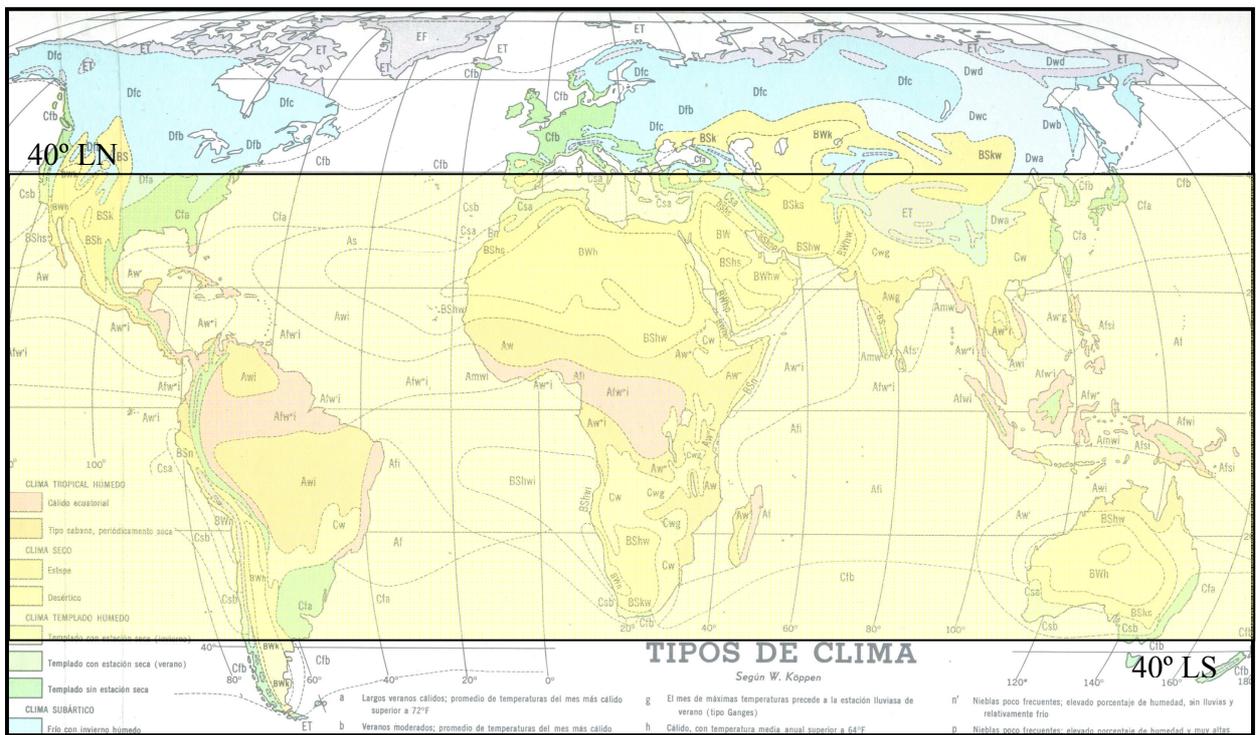


Figura 1. Cinturón Citrícola

En El Salvador se conoció en los años 40's, cuando se estableció la primera Estación Experimental en el valle de San Andrés (Pérez Rivera, R. 1997). El área sembrada actualmente se estima en 950 Ha, cuya producción se destina principalmente al mercado local y un porcentaje a la exportación (Rodríguez Cedillos M. 2002).

Las áreas cultivadas en el país se encuentran en diferentes localidades, principalmente costeras como Santiago Nonualco, San Luis Talpa y otras como el valle de Zapotitán, San Juan

Opico, Chalchuapa y Metapán (Figura 1 A, Apéndice). En el interior del país se encuentran plantaciones en áreas cafetaleras, como cultivos en asocio o monocultivos, los cuales por lo general producen en los meses de lluvia (Vanegas Perdomo, M. 2002).

2.1.1. Clasificación Taxonómica

Tanaka (1966) clasifica al limón pérsico como una especie denominada *Citrus latifolia*.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase :	Dicotiledóneas
Sub-clase:	Arquiclamídeas
Orden:	Geraniales
Sub-orden:	Geraniineas
Familia:	Rutaceae
Sub-familia:	Aurantioideas
Género:	<i>Citrus</i>
Especie:	<i>latifolia</i>
Nombre Científico:	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka

2.1.2. Descripción Botánica

2.1.2.1. Árbol

Es de mediano a pequeño con muchas ramas o un arbusto arborescente, de crecimiento vigoroso, forma extendida y casi sin espinas (Rodríguez Cedillos, M. 2002); alcanza una altura de 6 a 7 metros y un diámetro de 5 a 6 metros. Su tronco es corto y sus ramas crecen en varias

direcciones por lo que es necesario realizar podas de formación de manera sistemática (Vanegas Perdomo, M. 2002).

2.1.2.2. Hojas

El follaje es denso y de color verde, con hojas de tamaño medio, oblongas-ovales ó elípticas-ovales, lanceoladas y con pecíolos alados (Rodríguez Cedillos, M. 2002); de 2.5 a 9 centímetros de largo, 1.5 a 5.5 centímetros de ancho, con la base redondeada, obtusa, el ápice ligeramente recortado, los márgenes un tanto crenados (Morín, C. 1983).

2.1.2.3. Flores

Las flores fragantes son portadas en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores. Cuando están plenamente expandidas, las flores son de 1.5 a 2.5 centímetros de diámetro (Morín, C. 1983). Las flores constan generalmente de 5 sépalos de color verde conocidos como cáliz, de 4 a 8 pétalos (normalmente 5) de color blanco amarillento, de 20 a 25 estambres y los granos de polen amarillento provisto de surcos microscópicos para fijarse el estigma del pistilo (Pérez Rivera, R. 1997).

El pistilo parece simple (consistiendo en 1) pero consiste de 10 a 12 pistilos simples fundidos evidenciado por las 10 a 12 cavidades (loculos) en el ovario y los 10 a 12 canales del estilar extendiéndose de las respectivas cavidades ováricas a través del estilo hasta el estigma. El óvulo consiste en una bolsa del embrión rodeado de tejidos conocidos como tegumentos que en la madurez envuelven la semilla (Krezdorn, A. H., s.f.). En la Figura 2 se puede observar la sección vertical de una flor de cítricos.

2.1.2.4. Fruto

El fruto es un tipo especial de baya denominado Hesperidio, que consiste en una epidermis y una pulpa carnosa de 9 a 12 segmentos característicos (carpelos o lóbulos), unidos alrededor de un

eje central. La corteza o epidermis comprende dos partes: una exterior, coloreada, o flavedo y una interior blanca y esponjosa, denominada albedo. El flavedo esta cubierto de cera y lleva numerosas células de aceite. Los estomas quedan relegados a la parte de corteza situada entre las glándulas de aceite (Timmer L.W. 2002).

El fruto tiene forma ovalada a subglobosa, con un ápice ligeramente deprimido, coronados por una cicatriz estilar corta en forma de pezón, tersa y con numerosas glándulas hundidas, de tamaño mediano, con un diámetro ecuatorial que oscila entre 50 y 70 milímetros.

La pulpa es verde amarilla y con ausencia de semillas, la cual se asocia a la condición triploide de los cultivares ($3n = 27$ cromosomas), es jugosa, ácida y fragante (Morín, C. 1983). La cáscara es, en general fina, con superficie de coloración verde, desde tonalidades intensas hasta claras. El peso promedio del fruto es de 76 gramos (Vanegas Perdomo, M. 2002).

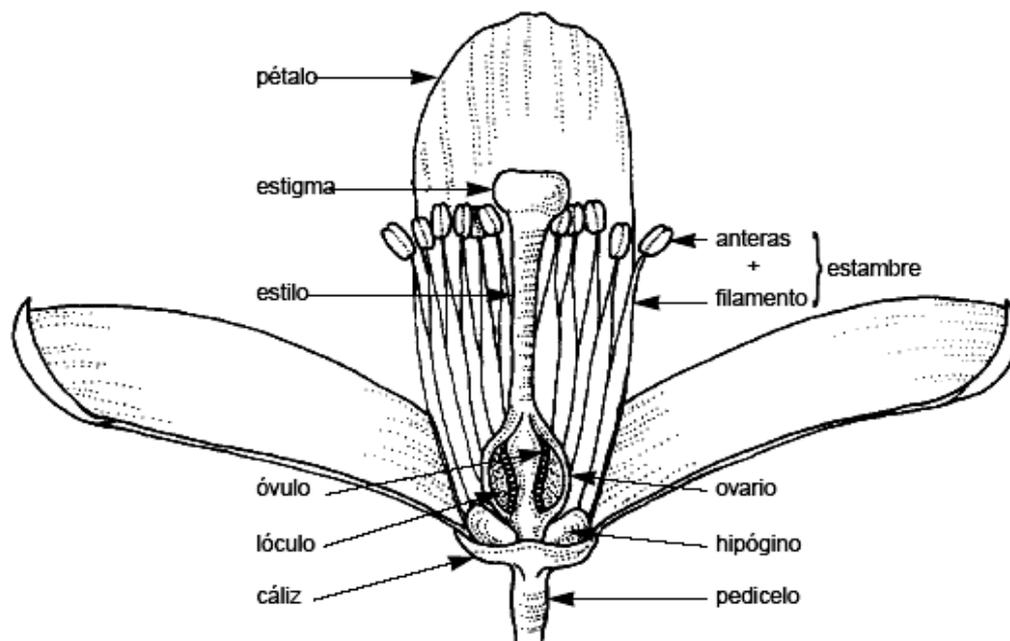


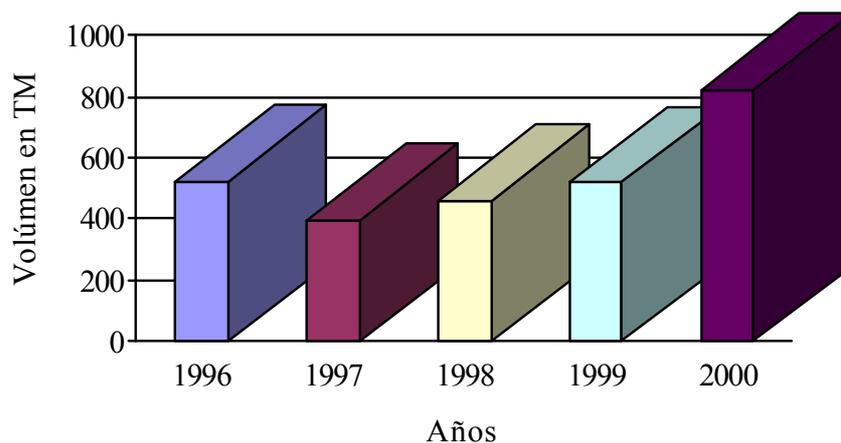
Figura 2. Corte longitudinal de una flor de cítricos

2.2. Importancia

2.2.1. Económica

En El Salvador el área estimada de siembra es de 950 ha, cuya producción es principalmente para el mercado local, el cual presenta una estacionalidad bien marcada que comprende los meses de Enero a Mayo con los precios más altos, acentuándose más en los meses de Febrero-Marzo; esta estacionalidad coincide con la época seca y de baja producción (Rodríguez Cedillos, M. 2002). El comportamiento estacional de los precios es similar en Estados Unidos y Europa que en El Salvador.

Los registros de exportación de limón pérsico en el país indican un incremento. En 1996 se exportaron 523 TM (517 mil dólares americanos) y en el 2000 ascendieron a 825 TM (713 mil dólares americanos)(Figura 3) Los mercados de destino son: 66.7 % Estados Unidos y 29.6% Holanda, el resto se exporta hacia Italia, Alemania, Suiza, Polonia y Austria (IICA-Frutales. 2002).



Fuente: BCR

Figura 3. Exportaciones de El Salvador de Limón Pérsico

2.2.2. Ambiental

Uno de los beneficios del cultivo del limón pérsico, al igual de los demás cultivos perennes, es una serie de servicios ambientales que prestan, en función del mejoramiento de las condiciones de otros recursos naturales como la protección del suelo, del agua lluvia, purificación del aire, producción de leña y refugio de fauna silvestre (Pérez Rivera, R. 1997).

2.2.3. Social

A pesar de que el área cultivada en el país no es muy grande, si ha sido fuente de empleo rural a través de las diferentes labores que son necesarias para su manejo. El contenido nutricional de los cítricos en general, es excelente sobre todo en el contenido de Vitamina “C”, Proteínas y Minerales, lo cual lo constituye como una fuente barata de vitaminas, proteínas y minerales para la población (Pérez Rivera, R. 1997).

2.3. Contenido Nutricional

El contenido nutricional del limón pérsico por cada 100 gramos de peso fresco es el siguiente:

Cuadro 1. Contenido Nutricional en 100 grs. de *Citrus latifolia* Tan.

Componentes	En cada 100 gr de		Componentes	En cada 100 gr de	
	Limón	Jugo de Limón		Limón	Jugo de Limón
Agua %	87.3	97.5	Potasio mg	120	100
Energía Kcal.	37	26	Azufre mg		9
Carbohidratos gr	8.2		Sodio mg		2
Proteínas gr	0.8	0.4	Cloro mg		4
Lípidos gr	0.6	0.2	Magnesio mg		9
Glúcidos gr	9.6	7.6	Vitamina A U.I.	20	
Celulosa gr	1.2		Vitamina B ₁ mg		0.04
Calcio mg	16	7	Vitamina B ₂ mg	0.02	
Fósforo mg	13	9	Vitamina C mg	49 – 90	45
Hierro mg	0.2	0.1	Ac. Cítrico mg	3,840	

Fuente: Vanegas Perdomo, 2002

El limón pérsico posee diversos usos y entre estos se mencionan: el jugo fresco de limón, el cual sirve para condimentar platos de cocinas, en la preparación de carnes y mariscos, en la elaboración de bebidas frías, en la fabricación de pasteles, mermeladas, jaleas, sorbetes , nieves, conservas y otros, así como en la preservación de alimentos. Es transformado industrialmente para la preparación de concentrados y la extracción de ácido cítrico y pectina a partir del jugo. De la cáscara se extrae aceite esencial y la pulpa sirve para la alimentación del ganado. El aceite es utilizado en la industria de los cosméticos (OIRSA. 2001).

2.4. Fenología del Fruto.

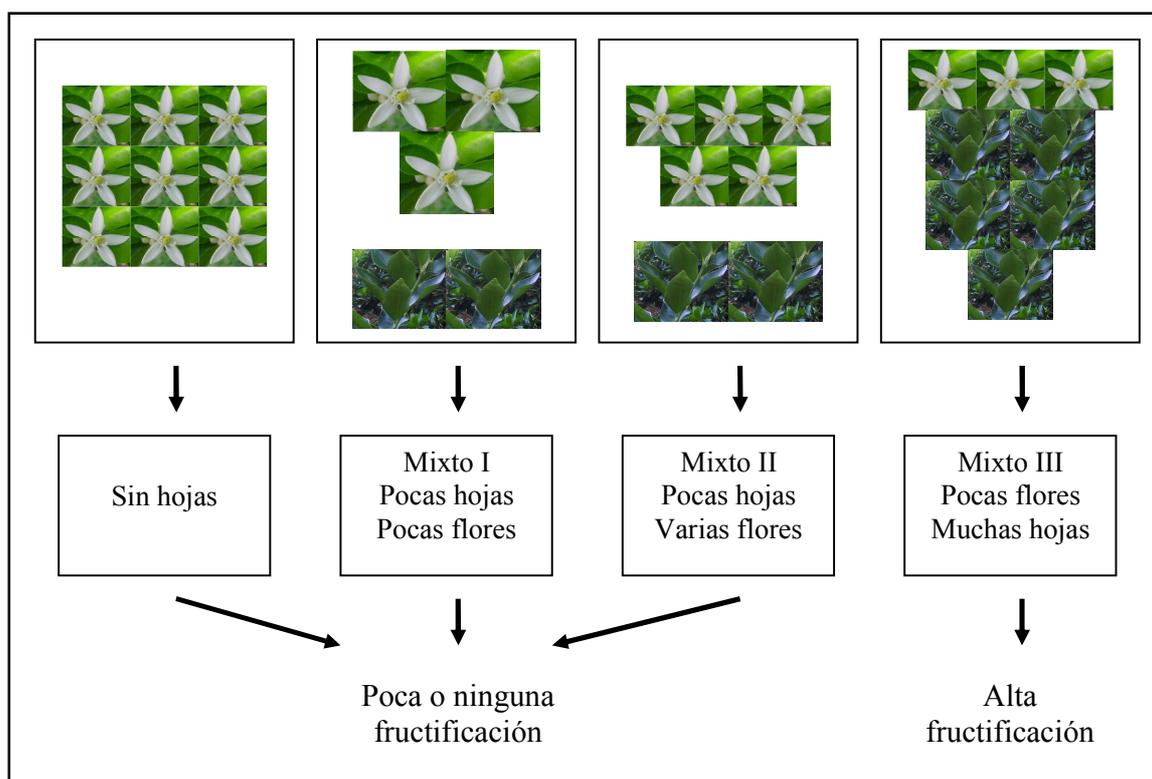
Todas las angiospermas, incluso los árboles producen flores como una parte íntegra del proceso reproductor. Este evento ocurre generalmente en contestación a un estímulo medioambiental, resultando en una activación del crecimiento de los brotes inmóviles que son los responsables en la transición de crecimiento vegetativo a la formación de la flor o flores que desarrollan de ese brote (Davenport, T. L., s.f.).

2.4.1. Formación de Flores.

En la floración de los cítricos, debe considerarse que los brotes florales así como los brotes vegetativos se forman en los meristemos laterales y no en los meristemos apicales, esto es porque en el meristemo apical, cada brote en vías de desarrollo aborta a priori para detener el alargamiento y se da su regreso a estado inmóvil y por lo tanto no se da ninguna transición. No todos los meristemos laterales producen brotes florales (brotes generadores de flor o brotes mixtos que producen hojas y flores) sino también pueden producir brotes vegetativos.

Además, el crecimiento de los cítricos no es continuo, el crecimiento vegetativo y el crecimiento reproductor en ramas individuales ocurre en varios tiempos a lo largo del año con períodos sustanciales de inmovilidad entre ellos (Davenport, T.L., s.f.).

No todos los brotes llegan a formar flores, solamente los brotes bien nutridos y protegidos por un buen número de hojas (Pérez Rivera, R. 1997). Durante la floración, aparecen varios tipos de brotes, mixtos o sencillos los tipos de brotes que se pueden presentar son:

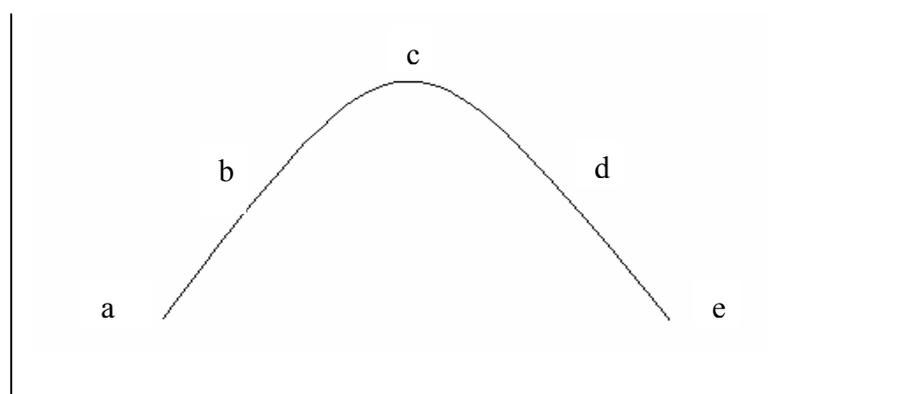


Fuente: AGRINFOR, 1999.

Figura 4. Tipos de brotes que aparecen durante la floración.

El botón floral desarrolla hasta convertirse en una flor fisiológicamente madura, capaz de ser fecundada o de producirse el estímulo propio a la partenocarpia (Morín, C. 1983). Del número de flores totales que produce un árbol de limón péricarpo, entre 100,000 a 200,000 flores, la mayoría de ellas sufren una caída fisiológica natural llamada Autoclareo Natural, en donde hasta el 90 % del total de flores se caen cuatro semanas después de la floración (AGRINFOR, 1999).

Al representar gráficamente los procesos de floración, se puede obtener una figura en la cual se pueden ir fijando las siguientes etapas:



Fuente: Morín, Charles. 1983.

Figura 5. Comportamiento de la floración

En donde:

a = Inicio de la floración, que generalmente se presentan en un número reducido de flores.

b = Etapa de incremento progresivo del número de flores y por ende de la intensidad de floración.

c = Cumbre de mayor floración.

d = Etapa de decremento de la floración.

e = Fin de la floración regular con unas pocas flores (Morín, C. 1983).

El período de floración puede durar de 2 a 4 semanas hasta flor completamente abierta en regiones tropicales y subtropicales (Krezdorn, A. H., s.f.). La época normal de floración en El Salvador es durante los meses de marzo y abril. Por razones climáticas propias del trópico hay otros períodos de floración en las distintas zonas del país. Ya se ha observado que en huertos donde hay sistema de riego los árboles producen frutos casi todo el año (Montenegro, H. W. 1971).

2.4.2. Fructificación o Cuajado.

El cuajado del fruto en limón pérsico se da por partenocarpia, lo cual da como resultado la producción de frutos sin semillas, en la cual no se requiere del estímulo sexual para la formación del fruto, sino un estímulo hormonal que regula el crecimiento de los tejidos ováricos que previenen la abscisión y desarrollan el fruto (Krezdorn, A. H.,s.f.).

El cuajado es el tránsito de la flor a fruto viable. Se compone de dos etapas críticas: la primera es la conversión inicial de la flor en fruto, y la segunda, el mantenimiento de este en el árbol hasta un punto en que pueda completar su desarrollo y alcanzar la etapa de maduración y cosecha (AGRINFOR, 1999). Del número total de flores producidas por un árbol, solamente el 1 al 2 % llega a cuajar fruto, y del total de frutos formados, un 10 % se cae debido a competencia de nutrientes dentro del árbol (Montenegro, H. W. 1971).

2.4.3. Crecimiento y Desarrollo del Fruto.

El período de crecimiento y desarrollo de los frutos de cítricos se extiende entre la floración y la estación de cosecha. A lo largo de esta etapa, se distinguen tres fases:

2.4.3.1. Fase I

Esta fase va de 4 a 6 semanas a partir de la floración (AGRINFOR. 1999). Este es un período de lento crecimiento de volumen, pero de intensa división de la célula a lo largo de todos los tejidos. Como consecuencia, la división de la célula solo se encuentra en las capas exteriores de la

cáscara y en las vesículas de jugo. En esta fase el crecimiento de la fruta es debido a la división celular y agrandamiento de la célula, las vesículas de jugo presentes durante esta fase también está determinado por la división celular (Coggins, C. W., s.f.). La cáscara constituye el 95 % del volumen de fruta al final de esta fase (Bain, J. M. 1954). Esta fase coincide con la etapa de cuajado y de caída postfloración (AGRINFOR. 1999).

Es de destacar que el proceso de división celular puede continuar hasta próximo a la maduración del fruto. Algo de mucha importancia que puede ocurrir durante esta etapa, se asocia a la ausencia de cutícula en el pequeño fruto, lo cual lo hace muy susceptible a los daños superficiales que pueden ser causados por el roce contra las hojas (Guerra, F. 1999).

2.4.3.2. Fase II

La demarcación de esta fase con la fase I no es abrupta, pero la fase II se denota a través del rápido crecimiento de la fruta. Durante este período predomina el agrandamiento de las células y su diferenciación. Salvo la epidermis, las capas exteriores del flavedo y las puntas de las vesículas de jugo, la división celular ha concluido con el inicio de la fase II.

Durante las partes tempranas de la fase II, la cáscara crece en espesor, principalmente por alargamiento de las células del albedo. Subsecuentemente del engrosamiento de la cáscara, se da el rápido crecimiento de los segmentos de la pulpa. Durante el engrosamiento de la cáscara, las células del albedo continúan con su proceso de agrandamiento, el cual se da en dirección tangencial.

En esta fase de desarrollo, las células del albedo tienen la forma general de arañas, lo cual forma un tejido esponjoso. Debido al crecimiento de las células se da un considerable aumento en la circunferencia del fruto, junto con una disminución en el espesor de la piel. Este modelo de

crecimiento produce menos capas de células que las que existieron en la cáscara al final de la primera fase.

El mismo tipo de tejido esponjoso que también desarrolla en el albedo desarrolla en el eje central y en el tejido de la pulpa. En términos absolutos, hay crecimiento considerable en todos estos tejidos durante la fase II. Sin embargo, el aumento en tamaño durante la fase II es debido principalmente al crecimiento de los segmentos de la pulpa. Por ejemplo, al final de la fase I, el eje central y la pulpa se consideraba el 5 % del volumen del fruto en vías de desarrollo. Al final de la fase II, se encontró que el eje central y la pulpa constituían el 58 % del volumen y 67 % del peso de la fruta.

La mayoría de esto se debe al aumento de tamaño de los segmentos de jugo de la pulpa (Coggins, C.W., s.f.). La absorción de agua ayuda al rápido crecimiento y a la cantidad de jugo presente en esta fase, la cual dura entre 2 a 6 meses (AGRINFOR. 1999). Exteriormente solo se observa el aumento de tamaño del fruto debido a que la coloración siempre es verde (Montenegro, H.W. 1971).

2.4.3.3. Fase III

Lenta velocidad de crecimiento y en ella ocurren grandes cambios en la composición química del fruto (Guerra, F. 1999). En limones, la cantidad de azúcares y sólidos solubles disminuye y la acidez aumenta, de modo que a medida que la fruta va alcanzando su punto de maduración va aumentando la acidez. También se dan cambios externos en el fruto en esta fase, como lo es la coloración (Montenegro, H.W. 1971). El mecanismo por el cual la fruta cambia su color verde oscuro inicial por el otro característico de la maduración, se basa principalmente en la destrucción de los pigmentos de clorofila existentes en el exocarpio (Morín, C. 1983).

La duración del ciclo de crecimiento y desarrollo está fuertemente condicionado por las características climáticas de la zona en que está establecido el huerto (AGRINFOR. 1999). La duración de esta fase esta determinada por la duración del período de floración (Morín, C. 1983).

El tamaño final del fruto está influenciado por varios factores:

1. La presencia de hojas en los brotes donde hay flores tiene una influencia positiva sobre el crecimiento del fruto, lo cual se ha asociado a un aporte hormonal hacia los ovarios en formación;
2. Una cantidad muy alta de flores en el árbol que conlleve a muchos frutos jóvenes, reduce el tamaño final de los frutos que llegan a cosecha;
3. La presencia de muchos frutos por árbol afecta su desarrollo, resultando en menos tamaño.

2.5. Factores que afectan la formación de flores.

2.5.1. Juvenilidad.

Es el período prolongado de no floración, la cual esta determinada por la variedad cítrica que se cultiva. Por ejemplo, el período juvenil de las mandarinas es de 5 años, las plántulas de Leaoon requieren solo 2 a 3 años para fructificar y los limoneros de 1 a 2 años (Krezdorn, A. H., s.f.).

2.5.2. Fruta.

Las cosechas pesadas son seguidas a menudo por más ligeras y desarrolla un grado de presión alternada. Por lo tanto es recomendable eliminar cierta cantidad de frutos cuando se observen demasiados en un árbol, lo cual alivia la siguiente floración (Krezdorn, A. H., s.f.).

2.5.3. Sombra.

Los cítricos toleran cantidades considerables de sombra y todavía florecen y fructifican, sin embargo la mayor floración ocurre cuando se exponen las hojas totalmente al sol (Krezdorn, A. H., s.f.).

2.5.4. Vigor del árbol.

El vigor vegetativo excesivo reduce la floración, es improbable que el vigor excesivo sea resultado de la fertilización o programas de irrigación; sin embargo la fertilización excesiva y altas cantidades de agua retrasan ligeramente la fructificación en árboles jóvenes. Podar es la práctica que comúnmente se realiza para estimular la floración (Krezdorn, A. H., s.f.).

2.5.5. Pérdida de la hoja.

Las hojas producen a los árboles comida o fuente de energía y el excesivo número de hojas reducirá la floración. La pérdida de hojas puede reducir el número de flores y por ende disminuir la cosecha (Krezdorn, A. H., s.f.).

2.5.6. Madurez y cosecha de limón pérsico.

La maduración de frutos perocederos cosechados tiene gran significado en el sentido que a partir de ahí son manipulados, transportados y comercializados e influye sobre su calidad y vida de almacenaje. Los cítricos una vez cosechados continúan vivos en funciones vitales. Los frutos cítricos corresponden a aquellos denominados no climatéricos, caracterizados por una tasa respiratoria estable y sin cambios después de la cosecha, es decir que su calidad gustativa no se incrementa después de la cosecha y su almacenaje en atmósferas controladas no aumenta su vida.

Por el contrario los cítricos solo son capaces de efectuar un incremento sustancial de los azúcares y una disminución de la acidez mientras están unidos al árbol, lo cual implica que ellos deben ser cosechados ya aptos para el consumo, pues no mejoran sus cualidades gustativas una vez cosechados, si no que con el tiempo el fruto lo que hace es evolucionar hacia la senescencia.

Una vez visto esto es válido señalar que para los cítricos solo es válido hablar de fruto maduro y no tener en cuenta las definiciones clásicas que se hacen para otros frutos como son

madurez (Maturity), madurez fisiológica (Physiological maturity) o madurez comercial (Ripening) (Guerra, F. 1999).

El limón pérsico produce continuamente, debido a que tiene varias floraciones durante el año, sin embargo, su volumen de producción no se reparte uniformemente sino que existe un período de alta producción (70 % del total) que comprende de mayo a septiembre y otro con menor volumen de fruta (30 %) que ocurre de octubre a abril (Curti-Díaz, S.A. 2000).

Los frutos alcanzan su madurez, entre los 100 a 120 días después de la floración, con un diámetro mínimo de 4.5 cm, una coloración verde brillante y un contenido mínimo de jugo del 42 % (Campbell, C. W. 1979).

2.6. Factores que determinan la calidad del fruto.

Examinando a grandes rasgos el aspecto de la cosecha, se debe tener presente que hay dos factores que intervienen para valorarla: 1) el volumen total de la producción cosechada, que puede expresarse en número de frutos, o número de cajas cosechados, por planta y por hectárea; y 2) la calidad de la fruta cosechada. Por supuesto el ideal sería el obtener ambos factores reunidos al mismo tiempo, es decir una buena producción acompañada por una buena calidad de frutos.

La calidad de una fruta cítrica esta dada por factores externos e internos bien definidos:

a. Externos:

- a.1. Coloración,
- a.2. Forma uniforme,
- a.3. Tamaño,
- a.4. Rugosidad,
- a.5. Sanidad externa,

- a.6. Peso,
- a.7. Firmeza o grosor de la cáscara, y
- a.8. Ausencia de daños mecánicos.

b. Internos:

- b.2. Porcentaje de jugo,
- b.3. Contenido de Sólidos Solubles Totales (SST),
- b.4. Contenido de ácidos (A),
- b.5. Relación SST/A, y
- b.6. Color de la pulpa. (Morín, C. 1983).

Los atributos que se toman en cuenta para definir la norma de calidad en el mercado internacional son: tamaño, porcentaje de la superficie de color verde oscuro, rugosidad de la cáscara, madurez e integridad del fruto.

Los tamaños (calibres) manejados en los mercados estadounidenses y europeos se refieren al número de frutos que pueden contener las cajas de 38 a 40 libras. En Estados Unidos aceptan tamaños de 110 a 250 limones y los países europeos de 200 a 300. El mercado japonés es el más exigente de todos y demanda calibres de 32-36, 40-48 y 52-54 frutos por cajas de 10 libras.

El porcentaje de la superficie de color verde demandado por Japón es del 95 %, Europa del 75 % y estados unidos del 50 al 60 % (Curti-Díaz, S. A. 2000).

Por otra parte el grado de madurez se relaciona con el contenido de jugo, de modo que solo se exporta el producto cuyo contenido de jugo es igual o mayor de 42.7 %, con lo que se garantiza la madurez de los frutos.

Los daños ocasionados por el manejo, hongos e insectos causan rechazo en los productos de exportación, aunque en época de escasez se tolera discrecionalmente un mínimo de daños (Espinoza S. T, *et al.* 1992).

2.7. Efectos del clima en la producción de *Citrus latifolia* Tan.

Los cítricos debido a su origen, requieren condiciones climáticas caracterizadas por la sucesión anual de dos estaciones distintas: una que permita la plena e intensa actividad vegetativa y otra de actividad vegetativa moderada, sin interrupción por períodos demasiado fríos ó secos (Instituto Agronómico do Paraná, 1992).

Cuando hablamos de clima nos referimos a todos los factores que lo componen, tales como la temperatura, la precipitación, la humedad relativa, los vientos, la altitud, entre otros, pues todos ellos influyen directamente sobre la producción de los cítricos y la calidad del fruto (Montenegro, H.W. 1971).

2.7.1. Temperatura.

Dentro de los elementos climáticos, la temperatura asume una mayor importancia, no solamente por la influencia que ejerce sobre el desenvolvimiento de las plantas y la calidad de los frutos, sino también por el efecto limitativo de expansión de la citricultura (Instituto Agronómico do Paraná, 1992).

La temperatura afecta directa e indirectamente. En el caso de los cítricos es conveniente considerar las temperaturas máximas y mínimas que pueden soportar en condiciones normales sin sufrir daños apreciables, así como los valores de temperatura óptima para su desarrollo y producción. La mayoría de especies cítricas, presentan un grado bastante amplio de adaptación a zonas que difieren en temperatura; sin embargo, las diferencias que se presentan ejercen una

influencia apreciable en determinados aspectos del árbol, bien sea en su crecimiento ó en su producción.

Se sabe que, para una misma especie y variedad existe un valor determinado para el tiempo que va de la floración a la maduración y que este lapso tiende a acortarse en zonas cálidas y a alargarse en zonas frescas o frías, pudiendo existir diferencias aún de meses entre dos zonas extremas (Morín, C. 1983).

2.7.1.1. Temperaturas bajas.

Las temperaturas debajo de 0 °C son perjudiciales a los cítricos, en donde la intensidad de los daños depende del tiempo de exposición al frío, de la especie, de la fase vegetativa y del grado de nutrición de las plantas (Instituto Agronómico do Paraná, 1992). Además del grado de reposo o actividad y la forma en que se presenten las heladas (Morín, C. 1983). Por ejemplo, temperaturas de -1 °C, son suficientes para que en un pequeño espacio de tiempo pueda dañar flores y frutos pequeños, y temperaturas de -3 °C ya causan severos daños en frutos grandes (Montenegro, H.W. 1971).

Los limoneros temen la más mínima helada y no pueden ser plantados en lo absoluto, lejos del litoral (Rebour, H. 1969). En temperaturas bajas, se presenta una buena coloración de los frutos, su corteza es gruesa y su tamaño en forma general es pequeña (Montenegro, H.W. 1971). El crecimiento de los árboles cítricos disminuye por completo por debajo de los 13 °C (Samson, J.A. 1991).

La resistencia de cada órgano vegetal en función de la anatomía, fisiología y estado vegetativo, se da en el siguiente orden creciente: flores < brotes nuevos < hojas nuevas < Hojas adultas < frutos verdes < frutos maduros < ramas finas < ramas gruesas < tronco < raíces (Instituto Agronómico do Paraná, 1992).

2.7.1.2. Temperaturas altas.

Las altas temperaturas normalmente no causan daños directos a las plantas, pero sí factores asociados, como deficiencias hídricas (Instituto Agronómico do Paraná, 1992), produce un desequilibrio en la relación absorción / evaporación o a través de vientos calientes y secos pueden provocar daños (Morín, C. 1983). El crecimiento puede detenerse a la temperatura máxima de 38 °C. No obstante los cítricos soportan temperaturas máximas hasta de 50 °C. Las temperaturas altas, especialmente en la noche, son dañinas por dos razones:

1. La respiración y la transpiración continúan a un índice alto, mientras que la fotosíntesis disminuye considerablemente.
2. No se lleva a cabo la pigmentación del fruto; por el contrario, la fruta ya pigmentada puede reverdecer.

Los frutos expuestos a temperaturas muy altas presentan una apariencia corchosa (Samson, J.A. 1991). En forma general, los frutos desarrollados a alta temperatura presentan una mala coloración, de corteza delgada y de tamaño grande (Montenegro, H.W. 1971).

2.7.1.3. Temperaturas óptimas

No se debe concluir en lo anteriormente mencionado, que los cítricos se desenvuelven satisfactoriamente entre los 0 a 50 °C. Existen valores que son considerados más favorables para el desarrollo y producción de los cítricos (Instituto Agronómico do Paraná, 1992).

Como consecuencia de las experiencias reseñadas se pudo fijar la temperatura óptima para el desarrollo de los cítricos entre 23 y 34 °C, límites bastante amplios, pero debe tener en cuenta que las diferentes funciones del vegetal y, en consecuencia, el desarrollo de sus diversas partes, tienen exigencias (en cuanto a temperatura óptima) bastante diferentes, a más del diverso comportamiento de las distintas especies y variedades (Fawcett, Camp, *et al* citado por Morín, C. 1983).

La mayor parte de los cítricos cultivados se pueden desarrollar a temperaturas entre 13 y 38 °C, o también entre 27° y 37° C. El proceso de maduración de la fruta, incluyendo producción de azúcares y desarrollo de la coloración de la piel, alcanza su mayor eficiencia en las temperaturas pertenecientes a la porción baja de la escala mencionada (Ziegler y Wolfe citado por Morín, C. 1983).

2.7.2. Precipitación.

Dentro del concepto de clima, deben considerarse las lluvias por su gran influencia como fuente de humedad, y como un factor decisivo en la determinación de la política de riegos del huerto. Muchas plantaciones de cítricos dependen exclusivamente de aguas de lluvias y otras se han adaptado a un sistema mixto, es decir, utilizan el agua de lluvias durante unos meses al año y complementan con riego durante la época seca. En términos generales se estima que la cantidad de agua lluvia necesaria para un huerto cítrico oscila entre 900 a 1,200 mm (Morín, C. 1983).

En El Salvador, se tiene mayor cantidad de lluvia que la necesaria, más de 1,700, pero mal distribuida. La frecuencia de las lluvias tiene una relación muy importante con la altitud: a mayor altura mayor precipitación; y a menor altura menor precipitación (Montenegro, H. W. 1971)

Por la producción continua de limón pèrsico se requieren cantidades razonables de agua para riego en épocas con déficit hídrico, para que la cosecha de la fruta no se interrumpa. Un déficit hídrico provoca interrupción de la floración, fructificación, maduración anticipada del fruto, frutos de menor tamaño y menor cantidad de jugo en los frutos (Rodríguez Cedillos, M. 2002).

Para el desarrollo adecuado de la plantación y sin tener problemas hídricos se recomienda de 1,200 a 2,000 milímetros de agua por año (Vanegas Perdomo, M. 2002). Estas exigencias hídricas varían según el clima de la zona, mayor en climas cálidos y de baja humedad y menor en climas fríos, porque tanto la evaporación como la transpiración disminuye (Montenegro, H. W. 1971).

En limón pérsico se realizaron estudios para determinar el nivel de estrés necesario, concluyéndose que para este cultivar se debe comenzar a regar a partir que la humedad descienda al 68 % de la capacidad de campo (CC) y posteriormente mantener el riego con un nivel de 85 % de la CC. El agua constituye un porcentaje elevado (80 – 90 %) del peso fresco de la mayor parte de las plantas (Toledo, E.M. 1999).

2.7.3. Humedad Relativa (HR).

La humedad relativa del aire es de gran importancia, en relación con la influencia de otros factores de clima. En zonas de alta temperatura, por ejemplo, si la humedad es alta, la evaporación no es mucha; por el contrario, si con alta temperatura la humedad es baja, la evaporación es bastante grande, acarreando problemas muy serios. La alta humedad también causa problemas serios, pues está relacionada con plagas y enfermedades, particularmente las producidas por hongos. A mayor humedad, mayor ataque de enfermedades; menor humedad, menor ataque de enfermedades (Montenegro, H. W. 1971).

La HR se considera que influye sobre la calidad de la fruta. Los frutos de todos los cítricos cultivados en donde la HR es alta tienden a tener la piel más delgada y suave, contienen mayor cantidad de jugo y este es de mejor calidad (Morín, C. 1983). Las combinaciones de alta HR y de alta temperatura, desarrollan frutos manchados de la cáscara, además, conllevan a la rápida senescencia de los frutos (Goldschmidt, E. E., s.f.).

2.7.4. Luz

Para que el árbol de limón y sus frutos se desarrollen bien, necesitan de alta luminosidad. Se ha observado que al disminuir la intensidad de luz, el crecimiento de su nueva brotación se alarga y

se presentan más débiles, menos floración, frutos más amarillos y más incidencia de insectos y enfermedades (Rodríguez Cedillos, M. 2002).

La intensidad de la luz y el número de horas de sol son por lo general menores en las regiones húmedas que en las áridas, aunque parecen no limitar el cultivo de cítricos en ninguna parte (Samson, J.A. 1991).

2.7.5. Viento

Los vientos también ejercen una marcada influencia sobre la productividad de los cítricos. En la acción de los vientos deben tenerse presentes tres factores íntimamente ligados: intensidad, temperatura y humedad (Morín, C. 1983). Vientos calientes y secos, por ejemplo, pueden causar daños incalculables, debido a la excesiva evaporación a la que quedan expuestos prematuramente los frutos. Viento frío, muy fuerte, ocasiona daños mecánicos, provoca defoliación y caída de frutos (Instituto Agronómico do Paraná, 1992).

Fuera de la influencia de los vientos sobre la floración y la producción, también se debe tener presente el daño que ocasiona al desequilibrar la copa de los árboles, los cuales se caen hacia sotavento, lado contrario de donde sopla el viento, siendo la inclinación proporcional a la exposición de las plantas a los vientos (Morín, C. 1983). No es recomendable establecer plantaciones en áreas expuestas a vientos con velocidades mayores a 20 km/h, ya que causan daños en las hojas, y roce de frutos con las ramas, desmejorando la calidad, a tal grado que no se puede comercializar. Se recomienda la utilización de cortinas rompevientos (Rodríguez Cedillos, M. 2002).

2.7.6. Altitud

La altitud actúa en forma parecida a la latitud en su acción sobre el clima (González-Sicilia citado por Morín, C. 1983), y ambas importan en lo que al cultivo de cítricos se refiere, por su

influencia sobre la temperatura. La temperatura decrece con la altitud a razón de un grado por cada 160 metros, siendo este descenso menor en invierno que en verano y menor también de noche que de día. Se estima que en zonas tropicales los cítricos pueden plantarse a altitudes cercanas a los 1,800 metros sobre el nivel del mar, mientras que en zonas que se alejan de los trópicos generalmente no se pasa de 500 a 750 metros sobre el nivel del mar (Morín, C. 1983).

En El Salvador, las diferencias principales en el territorio son por altitud y no por latitud, encontrándose huertos citrícolas plantados desde cero metros en la zona costera (limón pérsico principalmente), en la zona media de 400 – 800 msnm, y hasta los 1,700 metros sobre el nivel del mar (Montenegro, H.W. 1971).

2.8. Factores edáficos de consideración en la producción de *Citrus latifolia* Tan.

En principio, se encuentran plantaciones comerciales de cítricos vegetando en condiciones normales en una gran variedad de suelos. Al mismo tiempo, su desarrollo y productividad están en estrecha relación con la calidad del suelo en que se encuentren. Teóricamente se puede indicar un tipo de suelo cuyas características permitan a la planta un máximo de efectividad en desarrollo y producción. Sin embargo, en la práctica rara vez se encuentran suelos que reúnan todos los requisitos señalables, por lo que en la mayoría de los casos el citricultor adapta su plantación a las condiciones naturales que posee.

De acuerdo a las técnicas racionales del manejo del suelo y a las necesidades propias del cítrico, las posibles condiciones adversas o deficientes se corrigen hacia niveles más adecuados. Al hablar de suelo deben evaluarse las características fisico-químicas del perfil del mismo, así como las características externas, tales como drenaje, salinidad y pedregosidad (Morín, C. 1983).

2.8.1. Profundidad efectiva.

Se recomienda que sea superior a 2.0 metros para garantizar un normal desarrollo radical para obtener altos rendimientos; también debe estar libre de obstáculos que puedan dificultar la expansión del sistema radical, aunque en condiciones de buen manejo es posible conseguir igual resultado con menor profundidad (Morín, C. 1983).

2.8.2. Drenaje adecuado.

Por lo menos hasta una profundidad de 2.5 metros. Es importante recordar que el mal drenaje muchas veces provoca la salinización del perfil del suelo y los cítricos son muy sensibles a las sales (Morín, C. 1983).

2.8.3. Pedregosidad.

Debe encontrarse libre de pedregosidad tanto en la superficie como en el perfil del suelo, ya que limita la mecanización y la nutrición (Morín, C. 1983).

2.8.4. Pendiente adecuada.

La pendiente debe ser moderada, para un mejor aprovechamiento del riego y evitar problemas de erosión. Si se cumple con otras condiciones y se tiene un terreno con pendientes pronunciadas, se debe establecer el cultivo con obras de conservación de suelos, como por ejemplo terrazas individuales o múltiples (Vanegas Perdomo, M. 2002).

2.8.5. Permeabilidad conveniente del suelo.

Lo cual se consigue manteniendo o mejorando la buena estructuración del suelo, tanto con aplicación de enmiendas húmicas y/o aplicación de enmiendas cálcicas si los suelos fuesen ácidos (Morín, C. 1983).

2.8.6. Problemas de salinidad.

Las sales influyen en el crecimiento y producción de los árboles de limón, ya que son muy sensibles. Los efectos por el contenido de sales en el suelo, dependen de la textura, sales predominantes, pluviometría, calidad y cantidad de agua de riego y la combinación de cultivar / patrón, entre otras cosas (Vanegas Perdomo, C. 2002).

2.8.7. Contenido de Materia Orgánica.

La fertilidad del suelo esta muy ligada a la cantidad de humus presente en él, y esta se debe mantener aplicando estiércol de ganado, gallinaza, compost u otro material orgánico descompuesto adecuadamente. El contenido de materia orgánica debe mantenerse entre el 2 y 4 % (Vanegas Perdomo, M. 2002).

2.8.8. pH.

El limón se desarrolla bien en suelos con pH entre 5.5 y 8.5, siendo el óptimo de 5.5 a 7. Realmente se debe mantener el pH en base a la disponibilidad de varios elementos nutritivos como el Fósforo (P), Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Molibdeno (Mo). Al mismo tiempo se mejoran las condiciones físicas del suelo como la permeabilidad, aireación, velocidad de infiltración y capacidad para retener la humedad. Además con un pH mayor a 6.5 la capacidad total de cambio del suelo aumenta, dándole una mayor fertilidad potencial.

Otro aspecto importante, es la influencia sobre la solubilidad de elementos como el aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) los cuales resultan tóxicos, cuando el pH es demasiado bajo. Cuando el pH es muy alto, pueden aparecer deficiencias de Fe, Mn, Zn y Boro (Vanegas Perdomo, C. 2002).

2.8.9. Calcáreo o Carbonato de Calcio.

Este aspecto esta relacionado con las condiciones físicas del suelo y la reacción. Teniéndose que un contenido de 1 a 3 % resulta ventajoso si el suelo contiene adecuada cantidad de materia orgánica, en el caso contrario puede traer problemas en la asimilación de ciertos elementos nutritivos, tales como P, Fe, Cu, Zn, Mn y B (Morín, C. 1983).

En conclusión, en el siguiente cuadro, se resumen las variables climáticas y edáficas que tienen influencia en el desarrollo del cultivo de los cítricos, específicamente en el limón pérsico:

Cuadro 2. Influencia de los Factores Climáticos y Edáficos

Factores		Condiciones para el Fruto			Condiciones para la Planta
		Fructificación	Producción	Calidad	Desarrollo y Precocidad
Climáticos	Temperatura	√	√	√	√
	Precipitación		√	√	
	Humedad Relativa		√	√	
	Luz		√	√	√
	Viento		√	√	
	Altitud	√	√	√	√
Edáficos	Profundidad Efectiva		√		√
	Drenaje		√		
	Pedregosidad		√		
	Pendiente		√		
	Permeabilidad		√		
	Salinidad		√		√
	Materia Orgánica		√		
	pH		√		
Calcáreo		√			

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento.

La investigación se realizó en tres fincas, Huertos Mayoland, Finca Los Chorros y Finca Lupita, las cuales están establecidas en diferentes zonas del país, pero dentro de la zona productora de limón pérsico. La ubicación de las fincas es la siguiente:

Huertos Mayoland: Ubicado en el cantón El Pedregal, municipio de El Rosario, departamento de La Paz, a 48 Kms de la ciudad de San Salvador, con coordenadas de LN 13°27'04.2", LW 88°59'43.3 y una elevación de 53 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Finca Los Chorros: Ubicada en el cantón Agua Escondida, municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, a 34 Kms de la ciudad de San Salvador, con coordenadas de LN 13°51'14.5", LW 89°21'00.3" y con una elevación de 421 msnm.

Finca Lupita: Ubicada en los Suburbios del municipio de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, a 32.5 Kms de San Salvador, con coordenadas de LN 13°43'54.3", LW 88°56'21.7" y una elevación de 838 msnm.

3.2. Condiciones climáticas de las zonas.

Para Huertos Mayoland, se presenta una temperatura máxima durante el año de 34 °C y una mínima de 21.2 °C, con una temperatura promedio de 26.8 °C. La Humedad Relativa (HR) promedio es del 66 %. El rumbo dominante del viento es NE con una velocidad promedio de 5.4 Km/hr. La precipitación anual es de 2,079 mm (Servicio de Meteorología e Hidrología, 2001).

Para la Finca Los Chorros, presenta una temperatura máxima durante el año de 28.8 °C y una mínima de 16 °C, con una temperatura promedio de 20.6 °C. La HR promedio anual es del 79 %.

El rumbo dominante del viento es NE con una velocidad promedio de 3.3 Km/hr. La precipitación anual es de 1,875 mm (Servicio de Meteorología e Hidrología, 2001).

En la Finca Lupita, se presentó una temperatura máxima durante el año de 27.5 °C y una mínima de 18.1 °C, con una temperatura promedio de 22.1 °C. La HR promedio anual es del 76 %. El rumbo dominante del viento es NS y una velocidad promedio de 3.0 Km/hr. La precipitación anual es de 1,709 mm (Servicio de Meteorología e Hidrología, 2001).

En la figura 6, se muestran las temperaturas promedio en las tres fincas, en las figuras 7 y 8 se muestran las temperaturas máximas y mínimas registradas durante el período del experimento, de febrero a junio en Huertos Mayoland, y de febrero a julio de 2003 en las fincas Los Chorros y Lupita, de acuerdo a las estaciones meteorológicas de La Providencia, San Andrés y Cojutepeque respectivamente, encontrándose las condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo de limón pérsico (*Citrus latifolia* Tan.), el cual requiere de temperaturas entre 23 y 34 ° C (Fawcett, Camp, *et al* citado por Morín, C. 1983).

En la figura 9, se presenta la distribución de las precipitaciones en las tres zonas estudiadas, encontrándose las menores en el mes de febrero con 0 mm de lluvia para las tres fincas y las mayores en el mes de junio con 271.6 mm para Huertos Mayoland, 9.1 mm para la Finca Los Chorros y 7.2 mm para la Finca Lupita.

La HR se presenta en la figura 10, presentándose los valores más altos para la tres fincas en el mes de junio, 86 % en Huertos Mayoland, 86.5 % para finca Los Chorros y un 91.1 % para la Finca Lupita. Los valores más bajos de HR, también se dieron en el mismo mes para las tres fincas, en febrero, teniendo un 73 %, 69.5 % y 65.3 % respectivamente.

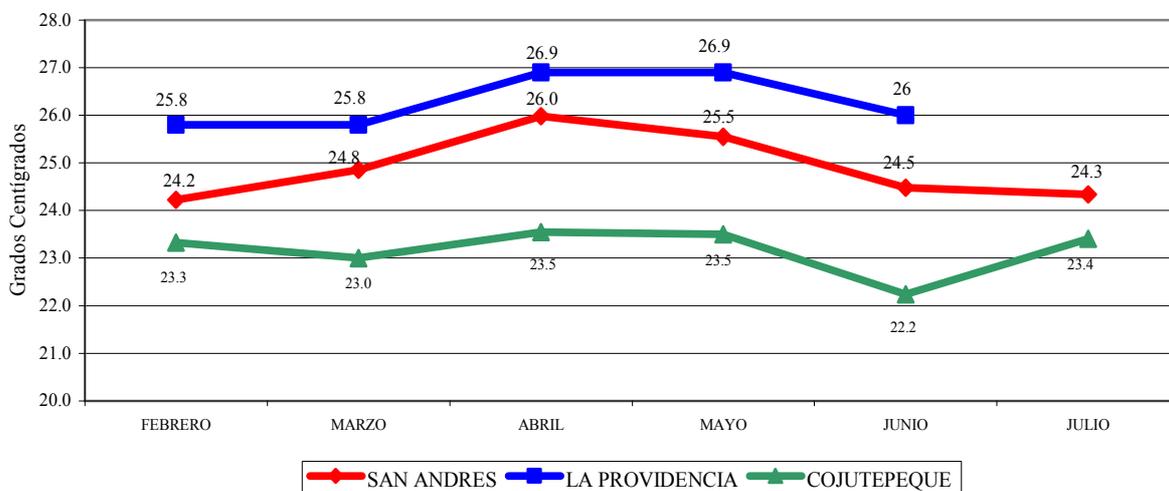


Figura 6. Comportamiento de la temperatura media mensual en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

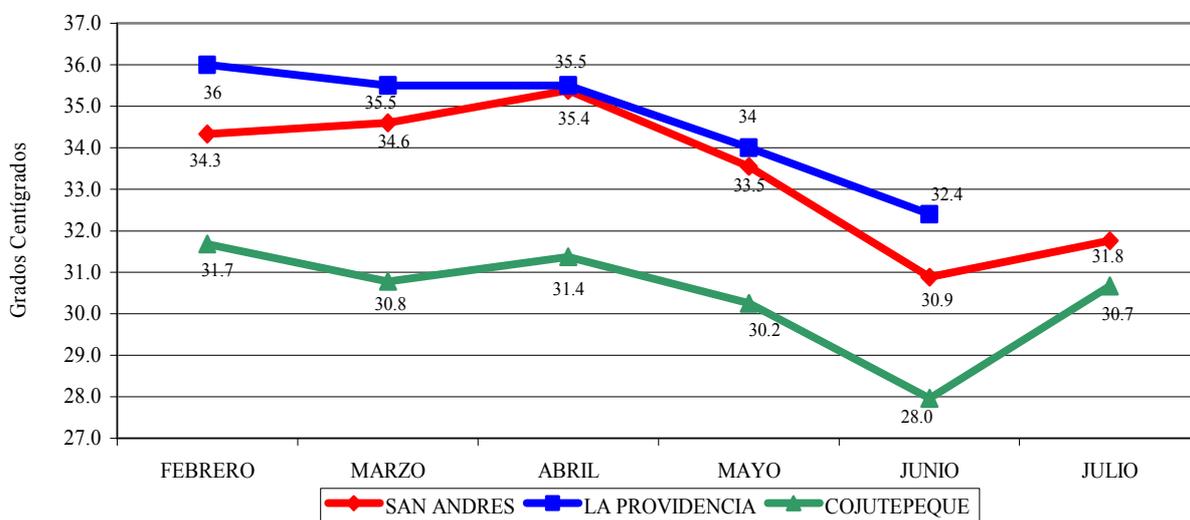


Figura 7. Comportamiento de la temperatura máxima mensual en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

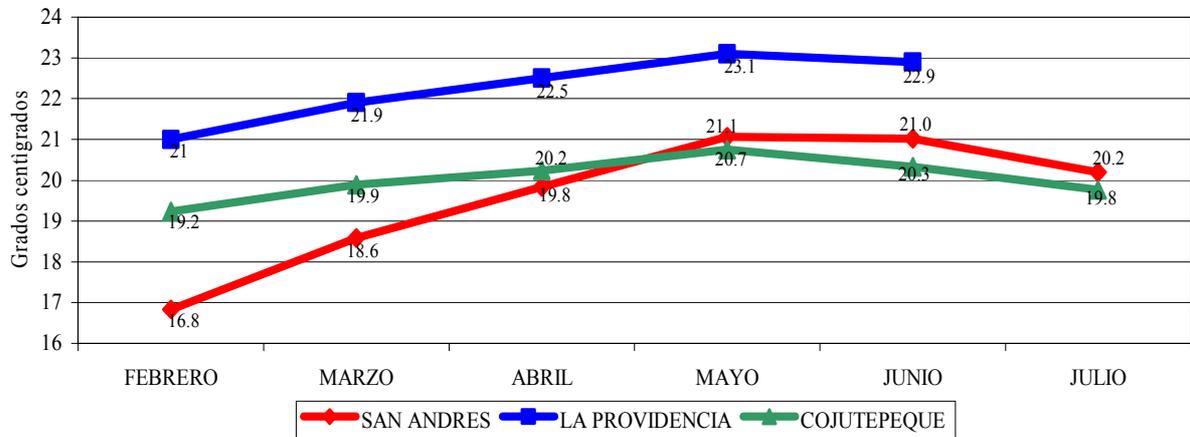


Figura 8. Comportamiento de la temperatura mínima mensual en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

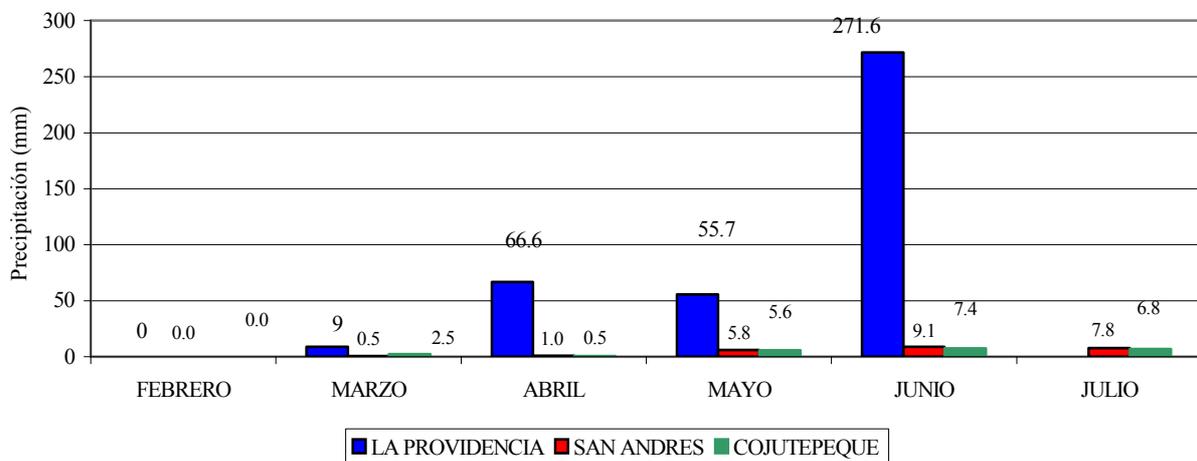


Figura 9. Comportamiento de la precipitación promedio mensual mínima en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones metereológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

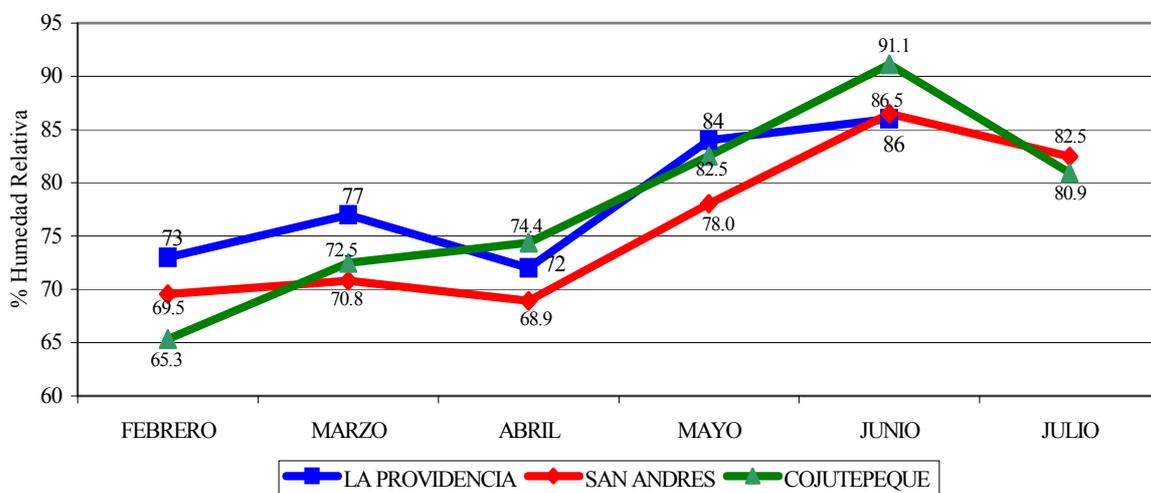


Figura 10. Comportamiento de la humedad relativa en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones meteorológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

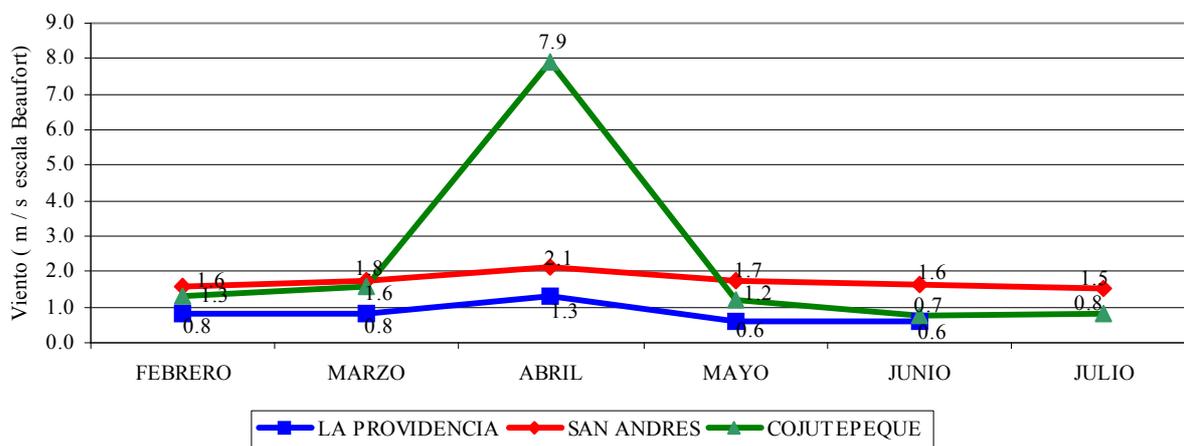


Figura 11. Comportamiento de la velocidad media del viento en las tres fincas durante los meses de febrero a julio 2003. Estaciones meteorológicas La Providencia, San Andrés y Cojutepeque.

Los mayores valores de velocidad del viento se dieron en el mes de abril, presentando velocidades de 1.3 metros por segundo (m/s) en la escala de Beaufort en Huertos Mayoland, de 2.1 m/s para finca Los Chorros y 7.9 m/s para finca Lupita, los cuales se representan en la figura 11.

3.3. Condiciones edáficas.

Los suelos de Huertos Mayoland pertenecen al Grupo de suelos Aluviales, del Tipo Jba. (Jiboa franco arenoso sobre franco en planicies aluviales), los cuales se encuentran en planicies aluviales en la zona baja costera. Son áreas casi a nivel y sin disección, las pendientes predominantes son menores del 2 %. Las capas inferiores están formadas mayormente por arenas oscuras y cenizas, pueden tener profundidades variables entre los 40 a 100 cms. Son suelos friables, bien permeables, de baja capacidad para retener agua (Denys, J.R. *et al.* 1962).

En la Finca Los Chorros, los suelos pertenecen al gran grupo de los Latosoles, y al tipo Opa (Opico ligeramente ondulado en terrenos elevados) que comprende áreas con planicies ligeramente onduladas, las pendientes varían entre el 2 y 5 %. El drenaje no es muy bueno, pues los suelos son de lenta permeabilidad lo cual causa que aún en la época seca sean húmedos. Presentan en los primeros 20 cms suelos francos, friables de color café oscuro, el segundo horizonte es más arcilloso, plástico, pegajoso y con estructura en bloques angulares (Jiménez, A. *et al.* 1962).

Los suelos de Finca Lupita, pertenecen al gran grupo de suelos Regosoles y tipo Apa (Apopa-Ulapa-Tonacatepeque muy accidentado en montañas) que se encuentran en montañas y cerros muy diseccionados, con cimas redondeadas. El relieve local varía de moderado a alto, las pendientes predominantes varían de 20 a 60 %. Las capas inferiores están compuestas de tobas y conglomerados de lodos volcánicos. Son suelos de textura franca a franca arenosa, con estrato

superficial de espesor variable, con un promedio de unos 20 cms, y de color oscuro. Las capas inferiores son de ceniza volcánica de color gris claro y de textura franco arenoso, cuyo espesor varía de 40 a 100 cms. En general estas áreas son de baja a moderada capacidad de retención de agua (Bourne, W *et al.* 1962).

3.4. Metodología de campo.

3.4.1. Desarrollo del experimento.

La fase de campo del experimento se desarrollo en 6 meses, desde la época seca media hasta el inicio de la época lluviosa, de febrero a julio del 2003, el cual dependía de los días que transcurrían entre la floración del limón pérsico (*Citrus latifolia Tan.*) hasta que sus frutos llegaran a la madurez, que para el caso de los cítricos solo es válido hablar de fruto maduro y no tener en cuenta las definiciones clásicas que se hacen para otros frutos como son madurez fisiológica o madurez comercial (Guerra, F. 1999).

Durante la fase de campo, se llevaron a cabo las diferentes etapas:

a. Selección de Fincas

La selección de la finca se realizó en base a su ubicación altitudinal, es decir los metros sobre el nivel del mar, las cuales debían representar la franja productiva de limón pérsico en El Salvador, las características genéticas de las plantaciones, la edad de la plantación y algo de suma importancia, que las tres fueran manejadas bajo riego, para asegurar su floración en la época seca.

La primera finca, Huertos Mayoland se encuentra en las planicies costeras del departamento de la Paz, a 53 msnm, cuya plantación esta montada sobre naranjo agrio (*Citrus aurantium*) como

patrón, la edad de la misma es de 14 años, sembradas a un distanciamiento de 5 x 5 metros, el tipo de riego utilizado es por microaspersión dirigida.

La segunda finca es Los Chorros, la cual esta ubicada en las planicies internas del país, específicamente en el valle de San Andrés, La Libertad a 421 msnm, en esta finca el patrón utilizado para la plantación también es naranjo agrio (*Citrus aurantium*), la cual tiene una edad de 12 años, sembrada a un distanciamiento de 5 x 5 mts, el riego se realiza por aspersión.

La finca Lupita, se encuentra situada entre planicies altas y faldas de montañas, en el departamento de Cuscatlán, a 838 msnm, el patrón utilizado fue *Citrus aurantium*, la edad de la plantación es de 9 años, con un distanciamiento de 5 x 5 mts, utilizando riego por gravedad dirigido para la producción del limón.

Los árboles de las tres fincas se encuentra dentro del rango de edad más productiva para esta especie, la cual va de los 7 años hasta los 15 años (OIRSA, 2002).

b. Selección de árboles.

Los árboles que se seleccionaron fueron aquellos de buen tamaño y forma, con abundante masa foliar, libres de daños por plagas y enfermedades, con gran vigor y que presentaran brotes nuevos, con entradas de aire por todos los costados, además alejados de cercos o árboles que provocaran sombra sobre los mismos (Fotografía 1).

c. División de estratos.

Una vez seleccionados los árboles, se procedió a dividir el área foliar en tres estratos: estratos alto, medio y bajo. Dicha división se realizó midiendo la altura total del árbol y luego repartiéndolo en tres segmentos de 33.3 % cada uno (Fotografía 2).



Fotografía 1. Árboles de Huerto Mayoland



Fotografía 2. División de Estratos

d. Selección de ramas y brotes florales.

Posterior a la estratificación, fueron seleccionadas las ramas en las cuales se encontrarían las flores a muestrear posteriormente. Las ramas seleccionadas debían ser nuevas, vigorosas y suficientemente maduras, además debían de tener una proporción adecuada entre el número de hojas y el número de brotes florales (botones florales), que para el caso son aquellos que presentan un buen número de hojas y pocos botones florales (Figura 4).

Luego se identificaban las ramas y gajos de botones florales seleccionadas con la colocación de un listón con un color distintivo para cada estrato, amarillo para el estrato bajo, rojo para el estrato medio y verde para el estrato alto (Fotografía 3). El listón contenía un código en el cual se establecía lo siguiente: nombre de la finca, número de árbol, estrato del árbol y número de muestra. Identificado esto, se seleccionaba el botón floral que sería muestreado hasta que llegara a la madurez, tomando 5 muestras por cada estrato del árbol, ubicadas en todos los costados del árbol y en la parte interior y exterior del mismo.

Por cada botón floral seleccionado, se seleccionaban otros 2 botones florales de igual tamaño que el botón floral principal, los cuales se identificaban con trozos de lana. Esto se realizó tomando en cuenta que del número de flores totales que produce un árbol de limón pérsico, entre 100,000 a 200,000 flores, la mayoría de ellas sufren una caída fisiológica natural llamada Autoaclareo Natural, en donde hasta el 90 % del total de flores se caen cuatro semanas después de la floración y del total de frutos formados, un 10 % se cae debido a competencia de nutrientes dentro del árbol, y del número total de flores producidas por un árbol, solamente el 1 al 2 % llega a fruto maduro (AGRINFOR, 1999).



Fotografía 3. Selección de brotes florales

e. Toma de datos.

La toma de datos se realizó en el mes de febrero, 2 veces a la semana, con el objetivo de captar bien los momentos que se daban entre la floración y el cuajado de los frutos y el tiempo en cada uno de ellos. Posteriormente los muestreos se realizaron semanalmente desde los meses de marzo a julio, en donde haciendo uso del pié de rey, se determinaba el diámetro ecuatorial y el diámetro polar (longitud) de la flor y posteriormente del fruto (Fotografía 4). El dato obtenido se anotaba en la ficha de recolección de datos (Cuadro 1 A, Apéndice).

f. Determinación de parámetros de cosecha.

Posterior a la identificación de las flores a muestrear durante todo el experimento, se procedió a determinar los parámetros que indicarían el momento de cosecha del fruto, los cuales no incidirían en el momento de la cosecha por parte del productor, sino solo para el experimento. Para

determinar las características de madurez, se seleccionaron 100 frutos de cada finca y en donde se evaluaron las siguientes características:



Fotografía 4. Toma de Datos

f.1. Características externas.

f.1.1. Peso

Este se determinó a través de una balanza semi-analítica, pesando el número total de frutos y posteriormente sacando el promedio general por finca (Fotografía 5). El peso mínimo de un fruto

de limón cosechado es de 76 gramos (Vanegas Perdomo, M. 2002). Los resultados de esta actividad se resumen en la Figura 3 A, Apéndice.



Fotografía 5. Determinación de peso

f.1.2. Tamaño

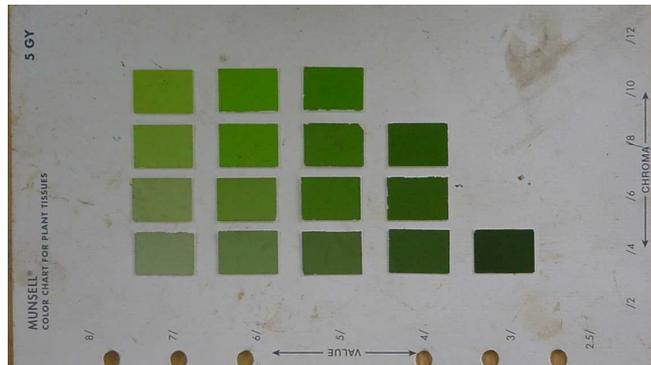
El cual estaba condicionado por la longitud y el diámetro del fruto, se determinó a través del uso del pie de rey (Fotografía 6). El fruto debe ser de tamaño mediano, no debe tener diámetro menor de 47 mm (Rodríguez Cedillos, M. 2002).

f.1.3. Color

Para determinar el color de la cáscara, se utilizó la tabla de colores Munsell (Fotografía 7) para tejido de plantas, con las cuales se comparaba y determinaba el código. El color del fruto, dependiendo del mercado al cual se destine, debe de presentar una coloración verde desde tonalidades intensas hasta claras, un porcentaje de color verde en la cáscara del 50 al 95 % (IICA-Frutales. 2002).



Fotografía 6. Determinación de Tamaño



Fotografía 7. Tabla de Munsell, página 5GY

f.2. Características internas.

f.2.1. Contenido de jugo

Se tomaron 10 frutos y se pesaron, con lo cual se obtuvo el peso total de los frutos empleados; luego, se cortaron transversalmente, se exprimieron en forma cuidadosa, procurando realizar una extracción eficiente del jugo, se pesó el residuo que ha quedado (cáscara) y, por diferencia se obtiene el peso del jugo. Finalmente por regla de tres, se determinó el porcentaje de cada uno de ellos. El grado de madurez se relaciona con el contenido de jugo, el cual debe ser igual

o mayor a 42.7 % (Curti-Díaz, S.A. 2000). Los resultados se pueden observar en la Figura 4 A, Apéndice.

f.2.2. Grados Brix

Se determinó utilizando el Brixómetro, el cual indica el contenido de sólidos solubles totales presentes en la fruta. Los resultados se pueden observar en la Figura 5 A, Apéndice.

3.4.2. Variables en Estudio.

Las variables que se estudiaron en la investigación fueron:

- a) Tiempo, la cual está medida en las Semanas Transcurridas de Flor a Fruto (STFF)
- b) Diámetro del fruto
- c) Longitud del fruto.

3.5. Metodología estadística.

3.5.1. Diseño experimental.

El diseño estadístico que se utilizó en la investigación fue el de Parcelas Divididas en Bloques al Azar 3 X 3 con 9 repeticiones, pues se trata de un experimento en donde se estudiaron dos factores, de los cuales los niveles de uno de ellos por su naturaleza requiere del uso de parcelas grandes (parcela principal); mientras que los niveles del segundo factor se pueden asignar a parcelas más pequeñas (subparcelas).

3.5.2. Modelo estadístico.

El modelo estadístico para este diseño se presenta con las siguientes fórmulas matemáticas:

Sea “ Y ” la variable a medir y “ Y_{ijk} ” la observación de la unidad experimental correspondiente a la subparcela “ K ” de la parcela principal “ J ” en la repetición “ i ”.

Entonces el modelo que representa esta situación sería el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + R_i + (R \times P)_{ij} + S_k + (P \times S)_{jk} + (R \times S)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación de la unidad experimental

u = Promedio sobre el cual esta girando cualquier valor del experimento

R_i = Efecto de la i -ésima repetición

P_j = Efecto de la j -ésima parcela experimental

$(R \times P)_{ij}$ = Error (a) entre parcelas principales

S_k = Efecto de la k -ésima subparcela

$(P \times S)_{jk}$ = Efecto de la interacción de la parcela principal “ j ” por subparcela “ k ”

$(R \times S)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}$ = Error (b) entre subparcelas.

Cuadro 3. Análisis de Varianza para un arreglo en Parcelas Divididas en Bloques al Azar.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	“F” calculada
Repeticiones	$n - 1 = 2$	$Y^2_{i..}/ab - FC$	S.C. REP./G.L.	$S^2 \text{ Rep}/S^2 (a)$
P. Grandes	$a - 1 = 2$	$Y^2_{.j.}/bn - FC$	S.C.P Gdes/G.L.	$S^2 \text{ P.G.}/S^2 (a)$
Error (a)	$(a - 1)(n - 1) = 4$	Diferencia	S.C.Error(a)/G.L.	-----
Sub total	$an - 1 = 8$	$Y^2_{ij.}/b - FC$	-----	-----
P. Pequeñas	$b - 1 = 2$	$Y^2_{.k.}/an - FC$	S.C.P.P/G.L.	$S^2 \text{ P.P.}/S^2 (b)$
Int. P.G. x P.P.	$(a-1)(b-1) = 4$	$Y^2_{.jk}/n - FC$	S.C.IntP.GxP.P/GL	$S^2 \text{ IntPGxPP}/S^2 (b)$
Error (b)	$a(b-1)(n-1) = 12$	Diferencia	S.C. Error(b)/G.L.	-----
Total	$abn - 1 = 26$	$Y^2_{ijk} - FC$	-----	-----

Fuente: Nuila de Mejía, J. A. 1994

3.5.3. Factores en estudio.

Los factores en estudio dentro de la investigación fueron el Piso Altitudinal (msnm) y el Estrato dentro de los árboles.

3.5.4. Variables evaluadas.

3.5.4.1. Tiempo.

Esta variable se determinó a través del número de días que transcurrieron desde la fecha del primer muestreo en que se encontraba en la etapa de brote floral, hasta que el fruto estaba listo para ser cosechado por parte del productor, no necesariamente con las características determinadas previamente que debían presentar los frutos, tomando en cuenta características externas: tamaño (diámetro y longitud), color y peso, e internas: % jugo, ° Brix y grosor de la cáscara, a diferencia del productor que solo se basa en las características externas.

3.5.4.2. Diámetro del fruto

Esta variable se midió con un Vernier o pie de rey, midiéndose en las primeras semanas, cuando se encontraba en etapa de flor, desde el extremo de un pétalo hasta la punta del pétalo opuesto a él. Posterior a la caída de los pétalos, el diámetro se tomó directamente en el óvulo fecundado, es decir en lo que sería el fruto, hasta el momento de ser cosechado. Esta variable está dada en cms.

3.5.4.3. Longitud del fruto.

La longitud del fruto al igual que el diámetro, se midió con un pie de rey, midiéndose en las primeras semanas desde el pedicelo de la flor hasta el estigma de esta, posteriormente a la caída del estigma, se tomaba hasta la punta del fruto.



Fotografía 8. Toma de diámetro en campo.



Fotografía 9. Toma de longitud en campo.

3.5.5. Análisis estadístico.

Para las variables diámetro y longitud se realizó el análisis de varianza de manera individual, para cada variable se compararon los datos obtenidos entre las tres fincas, al igual que entre estratos de cada finca y comparando los estratos de las tres fincas. Estos análisis se realizaron con el programa SG (Statistical Graphics) Plus 2000 versión 5.0 para Windows. La prueba utilizada fue LSD (Límite de Significancia de Duncan).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Variable tiempo.

Para determinar el tiempo transcurrido desde el brote floral hasta la cosecha del fruto maduro se realizaron muestreos semanalmente en cada finca seleccionada, los cuales variaron en número según su posición altitudinal, realizándose un total de 17 muestreos para Huertos Mayoland, ubicada a 53 msnm, 20 muestreos para la finca Los Chorros, la cual está situada a 421 msnm, y un total de 22 muestreos para la finca Lupita, la cual se encuentra a 838 msnm. Para las tres fincas el primer muestreo se realizó en la misma fecha.

Desde la etapa de brote floral, se aprecian varias etapas florales ó cambios morfológicos de la flor y fruto dentro de las cuales se identifican la etapa de Botón Floral (BF), la de Flor Abierta (FA) y Cabeza de Fósforo (CF), una vez se forma el fruto se observaron las etapas de Canica (C), Fruto en Desarrollo (FD) y Fruto Maduro (FM).

En la etapa de floración, el botón floral (BF) se da después del alargamiento del brote, tornándose de un color púrpura a un color blanco con definición de los pétalos y con una relación diámetro - longitud de 1 : 1.5 a 1 : 2. Posteriormente se da la apertura de los pétalos, llegando a la etapa de flor abierta (FA), observándose todos los órganos dentro de ella, la relación diámetro-longitud en esta etapa es de 1.5 : 1 .

Luego de la caída de los pétalos, se da la etapa de cabeza de fósforo (CF), en la cual el estigma y estilo persisten en la flor, teniéndose una relación diámetro-longitud de 1 : 2.5 a. Cuando el estilo y el estigma se caen, el fruto ya ha cuajado, pasando a la etapa de canica (C), presentando una coloración verde oscura y con una relación diámetro-longitud de 1 : 1.25, la cual se mantiene hasta que el fruto se encuentra listo para ser cosechado.

Para la finca situada en la zona costera del país, Huertos Mayoland (a 53 msnm), el primer muestreo se realizó al igual que en las otras dos fincas el 12 de febrero, en donde se encontraron botones florales con un diámetro promedio de 0.41 cms y una longitud promedio de 0.65 cms, transcurrida una semana se realizó la segunda recolección de datos, para la cual los pétalos de la mayoría de botones ya se encontraban totalmente extendidos, la flor se encontraba totalmente abierta, las cuales presentaban un diámetro promedio de 3.4 cms y un promedio de longitud de 1.98 cms, en este estado de flor abierta se mantiene de 2 a 4 días, luego de los cuales se da la caída de los pétalos.

Para la tercera semana, la mayoría de las flores habían botado los pétalos y el fruto empezaba a formarse, pues ya se había dado la partenocarpia, persistiendo únicamente el estilo y el estigma, presentando un diámetro promedio de 0.5 cms y una longitud promedio de 2.05 cms. El estilo y estigma duran de 8 a 11 días desde la etapa de flor abierta.

Para la cuarta semana el fruto está en etapa de canica, pues ya no están presentes el estilo y estigma, y se encuentra desde la semana 3 dentro de la fase I de crecimiento y desarrollo del fruto, el cual es un período de lento crecimiento de volumen, pero de intensa división de la célula a lo largo de todos los tejidos (Coggins, C. W. sf). Esta fase coincide con la etapa de cuajado y de caída posfloración (AGRINFOR: 1999). La fase I termina en esta finca en la sexta semana.

Para la séptima semana el fruto entra a la fase II de crecimiento y desarrollo, el cual se denota a través del rápido crecimiento, pasando de un diámetro promedio para la semana 6 de 1.31 cms a 4.73 cms para la semana 13 y una longitud promedio de 2.06 a 5.64 cms.

Para la semana 14 ya se ha iniciado la fase III del crecimiento y desarrollo, en la cual ocurren grandes cambios en la composición química del fruto (Guerra, F. 1999), en limones la cantidad de azúcares y sólidos solubles disminuye y la acidez aumenta, de modo que la fruta va alcanzando su

punto de maduración va aumentando la acidez, también se dan cambios externos como lo es la coloración (Montenegro, H. W. 1971).

En esta semana, el productor ya ha cosechado los primeros frutos, los cuales presentan un diámetro promedio de 5.0 cms y una longitud promedio de 5.99 cms, basándose en parámetros propios como coloración, tamaño del fruto y contenido de jugo, el cual lo estimaba al tacto.

La etapa de cosecha de fruto continua en las semanas 15 y 16 y termina en la semana 17, en donde se cortan los últimos frutos muestreados durante todo su desarrollo. El tiempo total que pasa desde la etapa de flor abierta hasta que el fruto se encuentra con las características de madurez para ser cosechado según la investigación es de 84 a 105 días.

En la finca Los Chorros, en la primera semana se encontraba en estado de botón floral con un diámetro promedio de 0.44 cms y una longitud promedio de 0.63 cms, los cuales pasan a flor abierta para la segunda semana, aumentando su longitud a 1.6 cms y principalmente el diámetro, el cual pasa a 3.1 cms.

Para la tercera semana, la flor ha perdido los pétalos y ha pasado a la fase de cabeza de fósforo, teniendo una disminución en diámetro, el cual es para esta semana en promedio de 0.4 cms y una longitud promedio de 1.2 cms.

Posterior a la caída del estigma y el estilo, el cual se da para la cuarta semana, el fruto ya se encuentra cuajado e ingresa en la etapa de canica y presenta un diámetro promedio de 0.44 cms y una disminución en longitud en relación a la semana tres a 0.84 cms. En esta fase de canica pasa por dos semanas más, presentando un diámetro promedio de 0.49 cms y una longitud promedio de 0.90 cms para la sexta semana, concluyendo así la fase I de desarrollo y crecimiento del fruto.

En la semana siete, el fruto ya se encuentra en la etapa de gran aumento en el volumen, es decir la fase II de crecimiento y desarrollo, encontrándose en esta semana con un diámetro

promedio de 0.78 cms y una longitud promedio de 1.50 cms, aumentado para la semana dieciocho, en la cual está finalizando la fase II, con un diámetro promedio de 4.09 cms y una longitud de 5.51 cms.

Para las semanas 19 y 20 el fruto se encuentra en la fase III de desarrollo y crecimiento, en donde se presentan los cambios externos e internos propios de la madurez, y es precisamente en estas dos últimas semanas que los frutos son cosechados por el productor, encontrándose los frutos con diámetros de 4.38 a 4.56 cms y longitudes de 5.64 a 5.77 cms. El tiempo que transcurre desde la etapa de flor abierta hasta la madurez del fruto según la investigación es de 118 a 125 días.

Para la finca Lupita, en la primera semana se encontraron botones florales con diámetros promedios de 0.27 cms y longitudes de 0.31 cms, manteniéndose en esta hasta la segunda semana. Para la tercera semana pasa a etapa de flor abierta presentando un diámetro promedio de 2.9 cms y una longitud promedio de 1.7 cms. Para la cuarta semana pasa a etapa de cabeza de fósforo, manteniéndose en esta etapa por menos de una semana.

En la quinta semana, el fruto a entrado en la etapa de canica, teniendo un diámetro promedio de 0.65 cms y una longitud de 1.10 cms, etapa en la cual pasa hasta la semana 9, finalizando la fase I de crecimiento y desarrollo del fruto teniendo un diámetro promedio de 1.98 cms y una longitud de 2.89 cms. Para la semana 10, el fruto ha iniciado la fase II, la cual llega hasta la semana 20, con un diámetro promedio de 5.09 cms y longitud promedio de 6.14 cms.

La fase III se encuentra en las semanas 21 y 22, en las cuales se realiza el corte de los frutos con diámetros de 5.09 a 5.19 cms y longitudes de 6.14 a 6.28 cms. El tiempo que transcurren desde la etapa de flor abierta hasta la madurez del fruto en esta finca es de 125 a 133 días.

Cuadro 4. Tiempo de Duración de las Fases de Crecimiento y Desarrollo del Limón Pérsico

Fincas	Semanas																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Huertos Mayoland	BF 	FA 	CF 	C 	FD 								FM 									
Finca Los Chorros	BF 	FA 	CF 	C 	FD 								FM 									
Finca Lupita	BF 		FA 	CF 	C 	FD 								FM 								

Simbología Fase I Fase II Fase III

BF: Botón Floral; FA: Flor Abierta; CF: Cabeza de Fósforo; C: Canica; FD: Fruto en Desarrollo; FM: Fruto Maduro

4.1.1. Influencia de la altitud.

Durante la fase de campo, existieron diferencias entre las temperaturas mínimas, promedios y máximas en las tres fincas. Esto debido a la altitud en las que se encuentran cada una de las finca.

Las diferencias entre cada una se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Diferencia de temperaturas mínimas entre las tres fincas.

Fincas	Temperatura en grado Centígrado por Mes					
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Huerto Mayoland (HM)	21.0	21.9	22.5	23.0	22.0	
Finca Los Chorros (FC)	19.0	19.0	20.0	20.0	20.0	19.0
Finca Lupita (FL)	16.0	18.0	19.0	21.0	21.0	20.0
Diferencia HM vrs FC	2.0	2.9	2.5	3.0	2.0	-
Diferencia HM vrs FL	5.0	3.9	3.5	2.0	1.0	-
Diferencia FC vrs FL	3.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0	-1.0

Cuadro 6. Diferencia de temperaturas medias entre las tres fincas

Fincas	Temperatura en grado Centígrado por Mes					
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Huerto Mayoland (HM)	25.0	25.8	26.9	26.9	26.0	
Finca Los Chorros (FC)	24.2	24.8	26.0	25.5	24.5	24.3
Finca Lupita (FL)	23.3	23.0	23.5	23.5	22.2	23.4
Diferencia HM vrs FC	0.8	1.0	0.9	1.4	1.5	-
Diferencia HM vrs FL	1.7	2.8	3.4	3.4	3.8	-
Diferencia FC vrs FL	0.9	1.8	2.5	2.0	2.3	0.9

Cuadro 7. Diferencia de temperaturas máximas entre las tres fincas

Fincas	Temperatura en grado Centígrado por Mes					
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Huerto Mayoland (HM)	36.0	35.5	35.5	34.0	32.4	-
Finca Los Chorros (FC)	34.3	34.6	35.4	33.5	30.9	31.8
Finca Lupita (FL)	31.7	30.8	31.4	30.2	28.0	30.7
Diferencia HM vrs FC	1.7	0.9	0.1	0.5	1.5	-
Diferencia HM vrs FL	4.3	4.7	4.1	3.8	4.4	-
Diferencia FC vrs FL	2.6	3.8	4.0	3.3	2.9	1.1

En estos cuadros se observan que las mayores diferencias en la temperatura mínima se dan entre Huertos Mayoland y Finca Lupita (HM vrs FL) en el mes de febrero (5°C), cuyas diferencias presentan en los meses siguientes una tendencia decreciente, hasta presentar una diferencia de 1°C para el mes de junio. En la comparación entre Huertos Mayoland y Finca Los Chorros (HM vrs FC) las diferencias se mantienen más o menos constante entre los meses de febrero a junio, con rangos de 2° a 3°C .

En la comparación de las temperaturas mínimas entre las fincas Los Chorros y Lupita, el comportamiento es muy diferente a las anteriores, puesto que para el mes de febrero la finca Los Chorros presenta una temperatura mínima mensual de 19°C y la finca Lupita una temperatura mínima de 16°C , diferencia que se acorta con los meses hasta llegar al punto en que la finca Lupita presenta temperaturas mínimas superiores a las de la finca los Chorros, teniendo diferencias de 1°C , para los meses de mayo, junio y julio, lo cual se puede observar en la figura 12.

Para las diferencias de temperaturas promedios, se observa que las mayores diferencias se presentan entre Huertos Mayoland y Finca Lupita (HM vrs FL), con una tendencia creciente a medida que avanzaban los meses, presentando diferencias en un rango de 1.7° a 3.8°C , ocurriendo esta última en el mes de junio. La diferencia entre Finca Los Chorros y Finca Lupita (FC vrs FL), aumenta desde el mes de marzo, encontrando su máxima diferencia en el mes de abril (2.5°C), la cual empieza a disminuir, presentándose la mínima diferencia en el mes de junio (0.9°C).

En cuanto a la diferencia de temperaturas promedio entre Mayoland y Los Chorros (HM vrs FC), presentan las diferencias más bajas, las cuales oscilan entre 0.8° y 1.5°C . El comportamiento de las diferencias se observa en la figura 13.

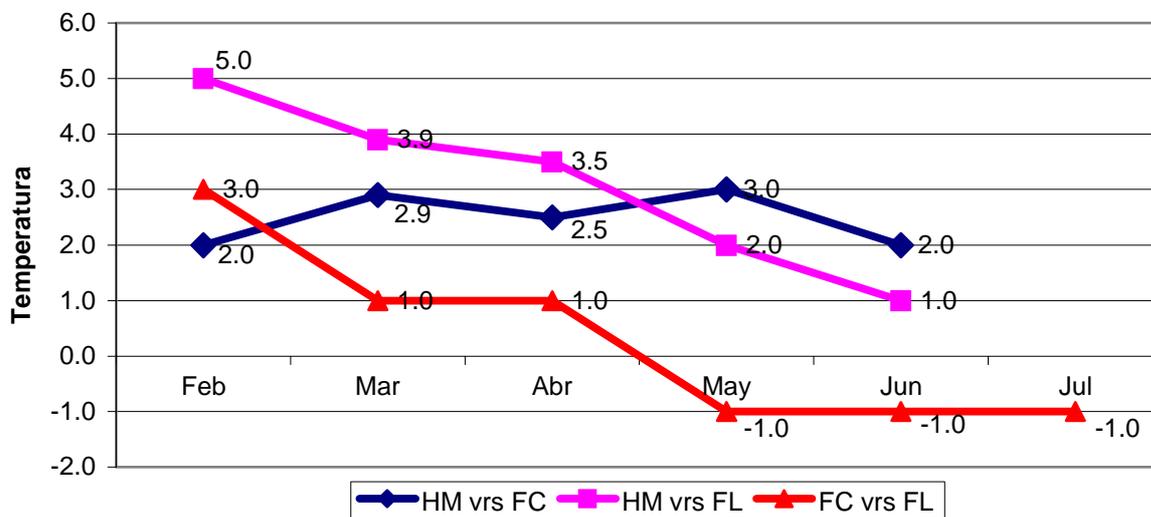


Figura 12. Diferencias de temperaturas mínimas de las fincas

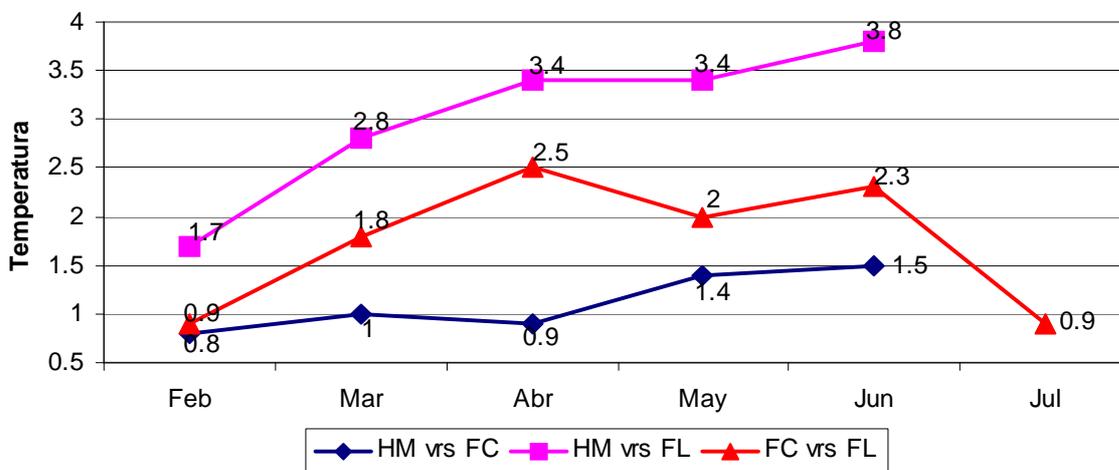


Figura 13. Diferencias de temperaturas medias de las fincas

Las mayores diferencias entre las temperaturas máximas, al igual que la temperatura mínima y medias, se presentan entre Huertos Mayoland y Finca Lupita (HM vs FL), con rangos de

diferencia entre los 3.8° y 4.7° C, presentándose la mayor diferencia en el mes de marzo, con diferencias de temperaturas que se mantienen con valores constantes durante los meses de la investigación.

El comportamiento de las diferencias de temperatura máxima entre las fincas Los Chorros y Lupita (FC vrs FL) presenta un aumento en las diferencias a partir de febrero hasta el mes de abril (4° C), mes desde el cual las diferencias comienzan a disminuir, hasta presentar la diferencia mínima de 1.1° C en el mes de julio.

Las diferencias entre Huertos Mayoland y Finca Los Chorros (HM vrs FC) presentan un comportamiento inverso al que se presentó entre las fincas Los Chorros y Lupita, pues las diferencias comienzan a disminuir desde febrero hasta alcanzar su punto más bajo en el mes de abril (0.1° C) aumentando sus diferencias hasta llegar al mes de junio. El comportamiento de las diferencias se presenta en la figura 14.

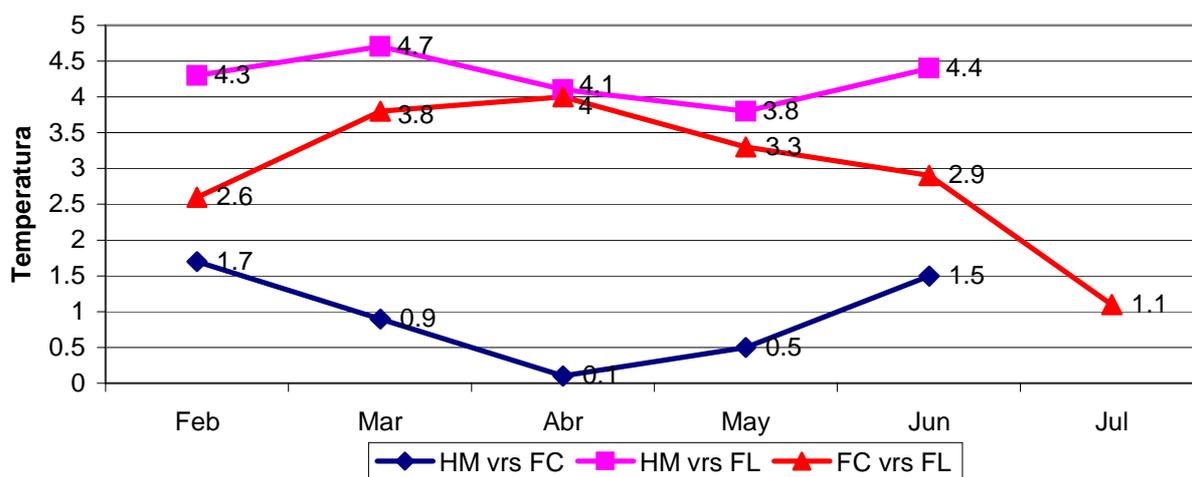


Figura 14. Diferencias de temperaturas máximas de las fincas.

En base a este análisis y haciendo referencia al Cuadro 2, podemos decir que el tiempo que transcurre de flor a fruto esta determinado por la temperatura, la cual varía de pendiente de la altitud.

4.2. Variables de crecimiento.

Para las variables diámetro y longitud, posterior a la finalización de los muestreos, se procedió al ordenamiento de los datos para su análisis estadístico según el diseño establecido y además, para la realización de la prueba de medias (Duncan), los cuales se realizaron por semana, en donde se analiza el efecto del piso altitudinal y del estrato del árbol donde se encuentra el fruto; notándose que solo se presentaron diferencias significativas en el efecto del piso altitudinal y no en el efecto del estrato, puesto que la mayor parte de la información resultó igual estadísticamente.

La comparación de los tres pisos altitudinales (53, 421 y 838 msnm) se realizó hasta la semana 16, debido a que en la finca situada a 53 msnm (Huertos Mayoland) los frutos ya habían llegado a la madurez y por lo tanto habían sido cosechados, continuándose el análisis hasta la semana 20, en la cual son cosechados los frutos de la Finca Los Chorros (421 msnm).

4.2.1. Diámetro de flor a fruto.

La variable diámetro comenzó a tener diferencias significativas desde la primer semana debido al efecto del piso altitudinal (Cuadros 2A y 3A, Apéndice), notándose una superioridad de los diámetros de las fincas Mayoland y Los Chorros sobre los diámetros de la finca Lupita (Cuadro 8), este comportamiento se puede observar en la figura h, en la cual se muestran los diámetros de las tres fincas.

Para la semana 2, también se notan diferencias estadísticamente significativas de las finca Mayoland y Los Chorros sobre la finca Lupita (Cuadro 8), cuyo comportamiento se observa en la

figura i, el cual se debe a que las fincas Mayoland y Los Chorros se esta en la etapa de flor abierta, a diferencia de finca Lupita que todavía se encontraba en botón floral.

Cuadro 8. Prueba de medias de diámetros de Duncan.

Fincas	Semanas				
	1	2	3	4	5
Huertos Mayoland	0.430741*	0.926296**	0.66963*	0.790741**	1.0163**
Finca Los Chorros	0.436667**	0.665556*	0.648148NS	0.474444NS	0.53963
Finca Lupita	0.308519NS	0.488148NS	1.00963**	0.525185*	0.646449*
Fincas	6	7	8	9	10
Huertos Mayoland	1.30667**	1.78333**	2.41926**	3.01333**	3.52037**
Finca Los Chorros	0.629259	1.01222	1.41111	1.88407	2.11148
Finca Lupita	0.998519*	1.27778*	1.59333*	1.97407*	2.40296*
Fincas	11	12	13	14	15
Huertos Mayoland	3.91852**	4.22452**	4.72963**	4.99815**	5.24037**
Finca Los Chorros	2.45222	2.71437	3.04481	3.35296	3.6937
Finca Lupita	2.85037*	3.14815*	3.57704*	3.84815*	4.13148*
Fincas	16	17	18	19	20
Huertos Mayoland	5.46593**	-	-	-	-
Finca Los Chorros	3.91 NS	4.14741 NS	4.39074 NS	4.80593 NS	4.93556 NS
Finca Lupita	4.35111*	4.57852*	4.68741*	4.93926 NS	5.09111 NS

** Diferencia Altamente Significativa

* Diferencia Significativa

NS No significativa

En la tercera semana se da un cambio, resultando los diámetros de la finca Lupita estadísticamente superiores a los diámetros de las fincas Mayoland y Los Chorros, lo cual se observa en la figura j, lo cual se debe a que en esa semana, las fincas Mayoland y Los Chorros las flores ha botado los pétalos y ha pasado a la etapa de cabeza de fósforo, mientras que finca Lupita pasa a etapa de flor abierta.

Desde la semana 4 hasta la semana 16, existen diferencias significativas entre las medias de los diámetros de las fincas (Cuadro 8), manteniéndose el comportamiento observado en la figura 18, en la cual se observa los mejores diámetros para Huertos Mayoland con respecto a las fincas Los Chorros y Lupita, pero presentando diferencias significativas entre estas dos ultimas, en donde

los diámetros de los frutos de la finca Lupita son superiores estadísticamente a los frutos de la finca Los Chorros, pudiendo ser consecuencia del manejo agronómico, debido a la falta de riego en la finca Los Chorros durante las semanas 3, 4 y 5, las cuales pudieron afectar al fruto, el cual se encontraba dentro de la fase I de formación y desarrollo.

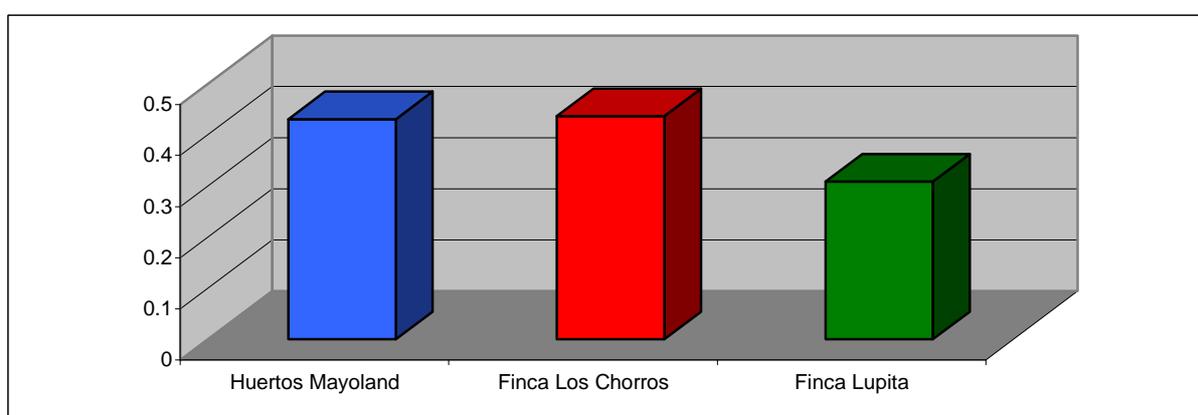


Figura 15. Comparación de diámetros en la semana 1.

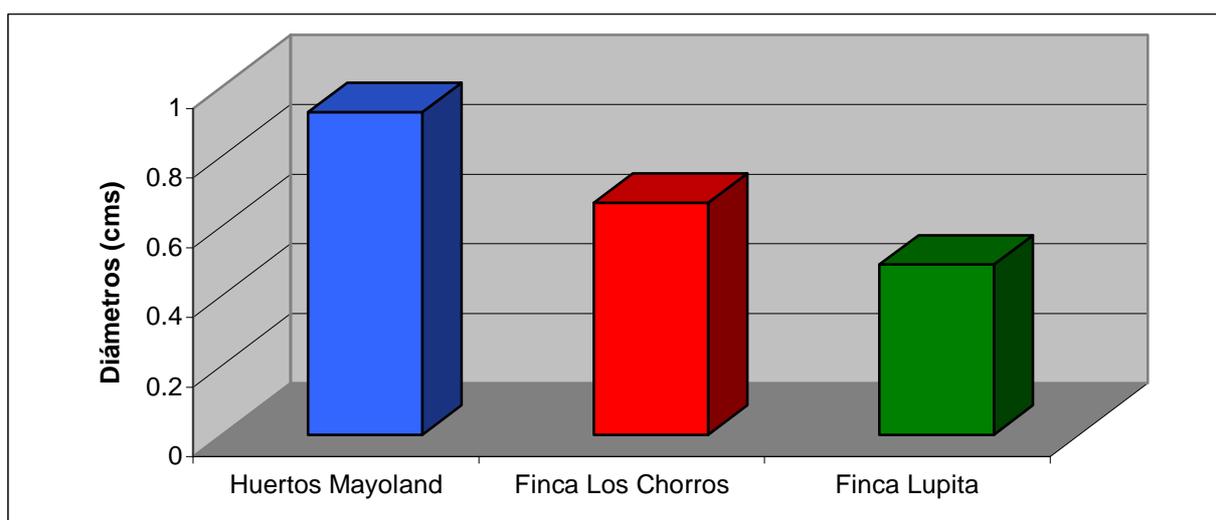


Figura 16. Comparación de diámetros para la semana 2.

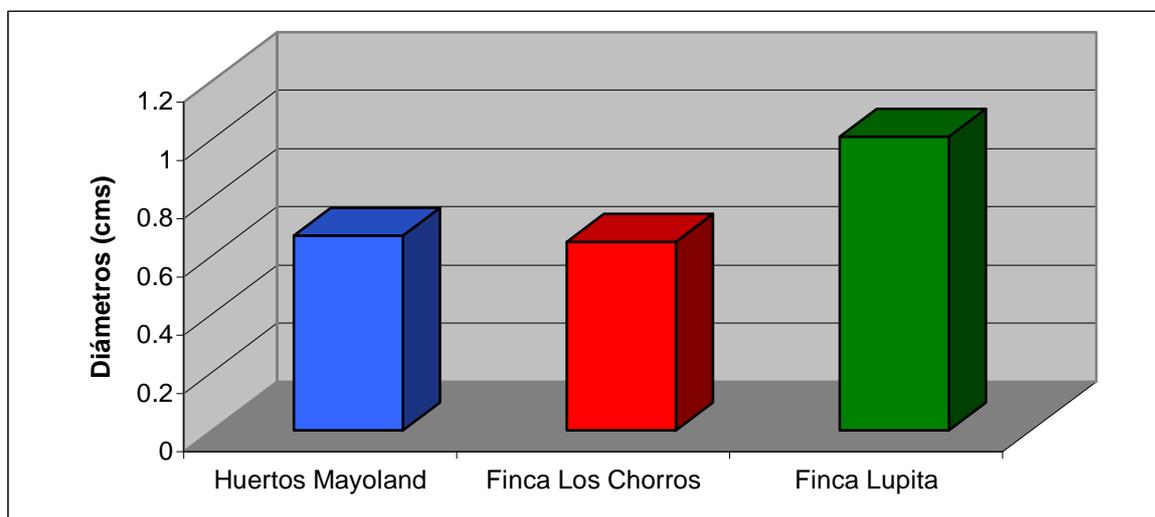


Figura 17. Comparación de diámetros para la semana 3.

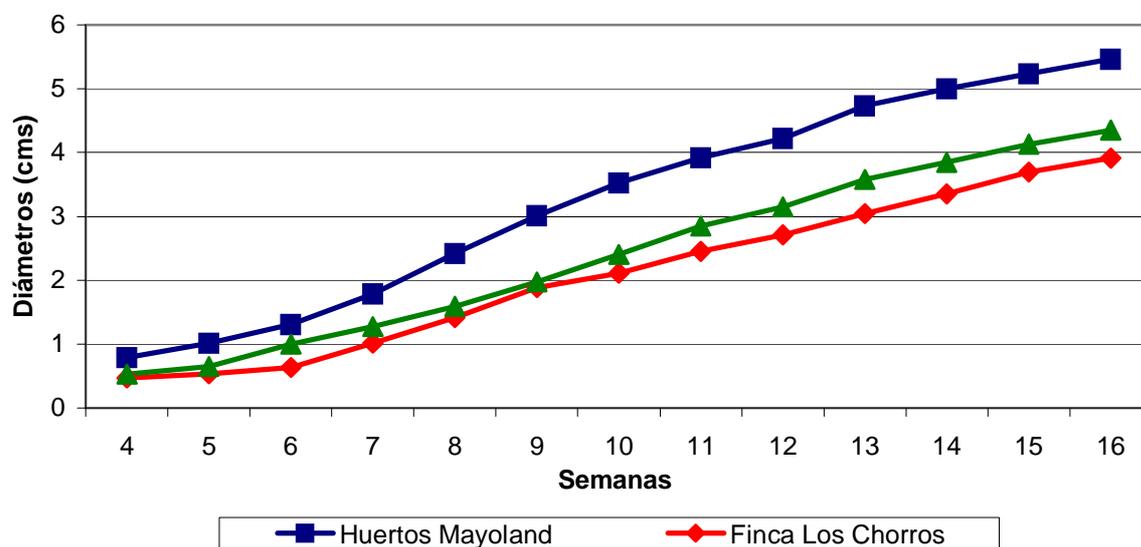


Figura 18. Comportamiento de los diámetros entre la semana 4 y la semana 16.

Para la semana 17, solamente se analizan dos fincas, puesto que los frutos de Huertos Mayoland habían sido cosechados para esta semana, presentando diferencias significativas la finca Lupita sobre la finca Los Chorros (Cuadro 8), manteniéndose con mejores diámetros hasta la semana 18, la cual podemos observar en la figura 1.

Para las semanas 19 y 20, según el cuadro de medias (Cuadro 8) se presentaron diferencias no significativas entre las medias de los diámetros de las fincas Los Chorros y Lupita, es decir que los frutos de ambas fincas son de diámetro estadísticamente igual para estas semanas, pero los frutos de la finca Lupita, continúan aumentando su diámetro por dos semanas más, debido a que para la semana 20 estos no habían llegado a la madurez, a la cual llega en las dos semanas posteriores.

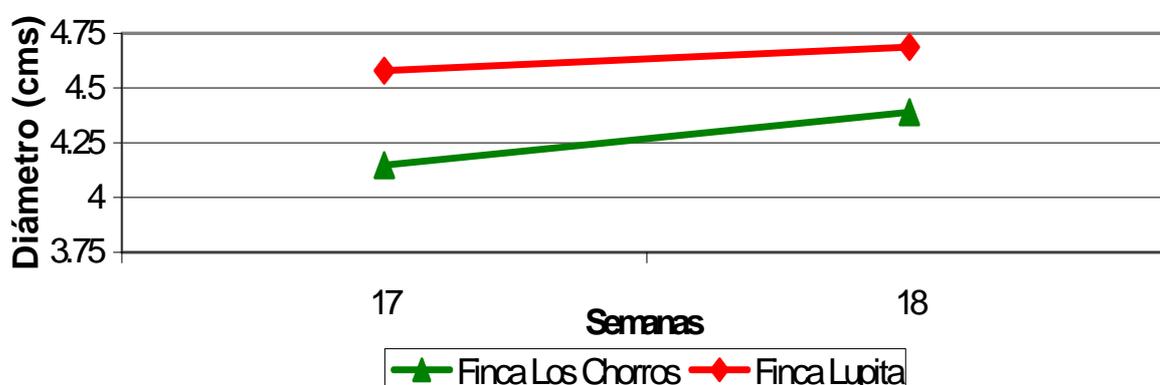


Figura 19. Comportamiento de diámetros entre la semana 17 y 18.

El comportamiento de los diámetros desde la etapa de botón floral hasta fruto maduro en las tres fincas se observan en la figura m, además del diámetro con el cual son cosechados en las diferentes fincas y en la semana en la cual son cosechados.

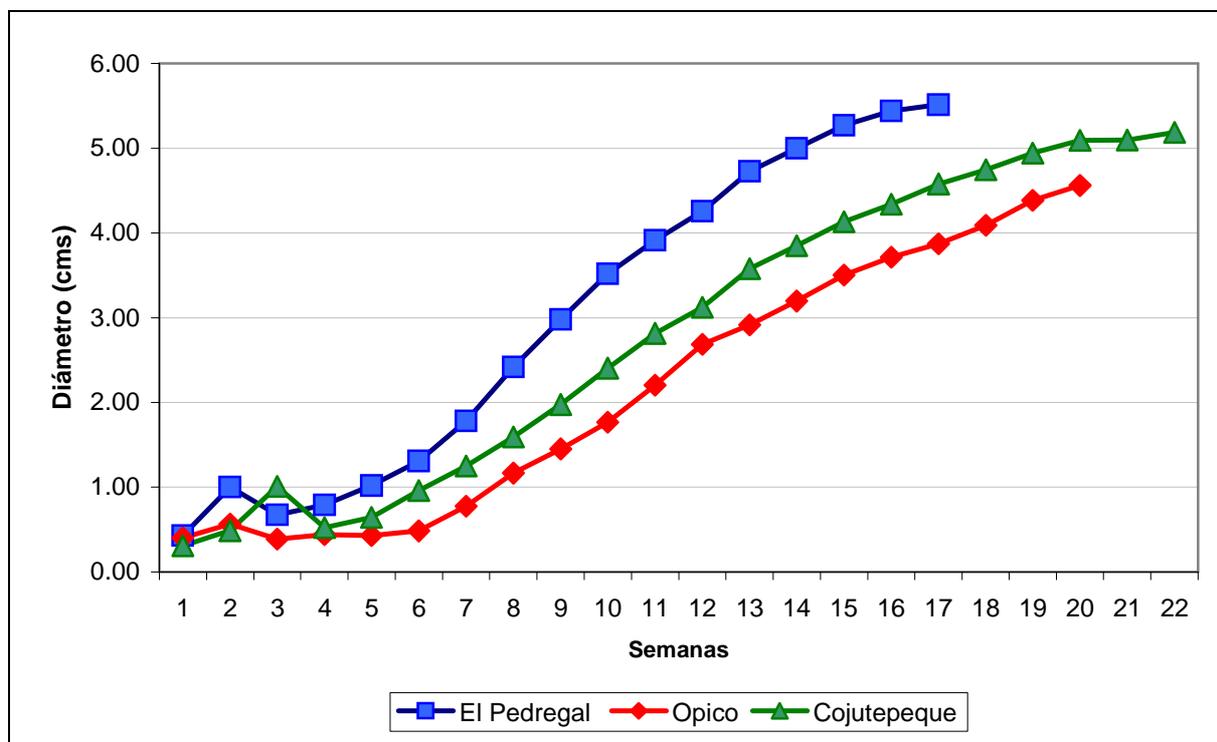


Figura 20. Diámetros desde botón floral hasta fruto maduro.

4.2.2. Longitud de flor a fruto.

La variable longitud al igual que la variable diámetro, empezó a tener diferencias estadísticamente significativas a partir de la primer semana, debido al efecto del piso altitudinal, tal como se puede observar en el Cuadro 4A y 5A, Apéndice; en donde la finca Los Chorros presentaba diámetros estadísticamente superiores a los de las fincas Mayoland y Lupita (Cuadro 9), lo cual se denota en la figura 19, comparando las longitudes de los botones florales.

Para la semana 2, las fincas Mayoland y Los Chorros presentaban diferencias significativas en sus longitudes con respecto a la finca Lupita (Cuadro 9), esto debido a que en estas fincas, el botón ya se había abierto, es decir se encontraba en etapa de flor abierta, quedando el estilo y

estigmas descubiertos, mientras que en la finca Lupita todavía se encontraba en botón floral. Este comportamiento lo observamos en la figura 20.

Cuadro 9. Prueba de medias de longitudes de Duncan.

Fincas	S E M A N A S				
	1	2	3	4	5
Huertos Mayoland	0.655556**	1.45963**	2.02667**	1.52074**	1.6837**
Finca Los Chorros	0.64*	1.38444*	1.1163NS	0.934815NS	0.978148NS
Finca Lupita	0.274074NS	0.588519NS	1.34037*	1.32037*	1.10283*
Fincas	6	7	8	9	10
Huertos Mayoland	2.0637**	2.64556**	3.30519**	3.91**	4.35556**
Finca Los Chorros	1.18593NS	1.69296NS	2.2537NS	2.67037NS	3.2063NS
Finca Lupita	1.55185*	1.95333*	2.36815*	2.89037*	3.40222*
Fincas	11	12	13	14	15
Huertos Mayoland	4.77037**	5.12501**	5.60111**	5.98889**	6.40593**
Finca Los Chorros	3.62926NS	3.92191NS	4.25444NS	4.51852NS	4.95074NS
Finca Lupita	3.82667*	4.17481*	4.6837*	4.84*	5.17593*
Fincas	16	17	18	19	20
Huertos Mayoland	6.64741**				
Finca Los Chorros	5.19852NS	5.44185NS	5.49111NS	6.0163NS	6.15074NS
Finca Lupita	5.36444*	5.60519NS	5.80963*	5.9556NS	6.06741NS

** Diferencia Altamente Significativa * Diferencia Significativa NS No significativa

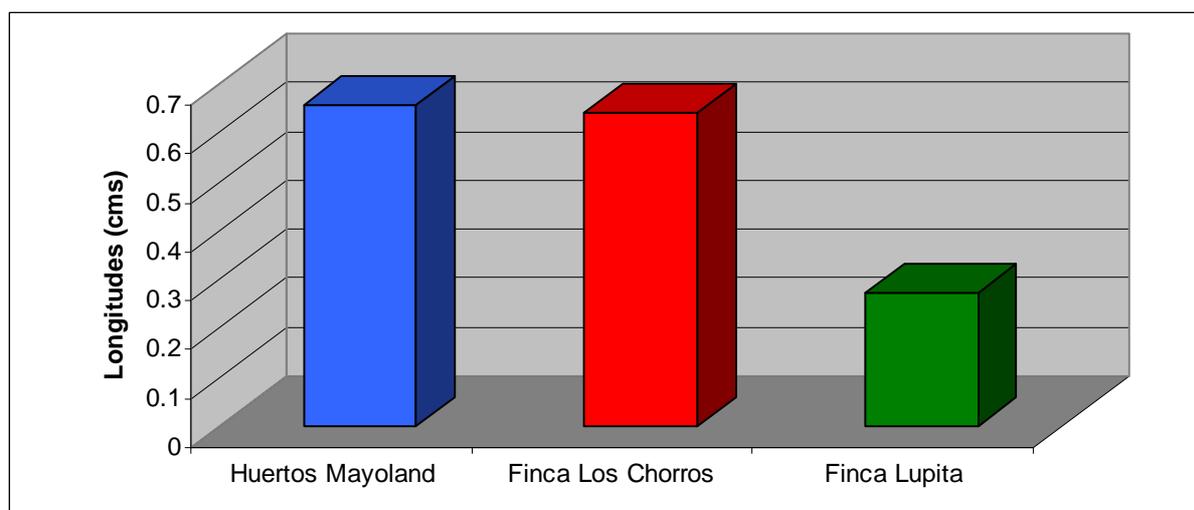


Figura 21. Comparación de las longitudes para semana 1.

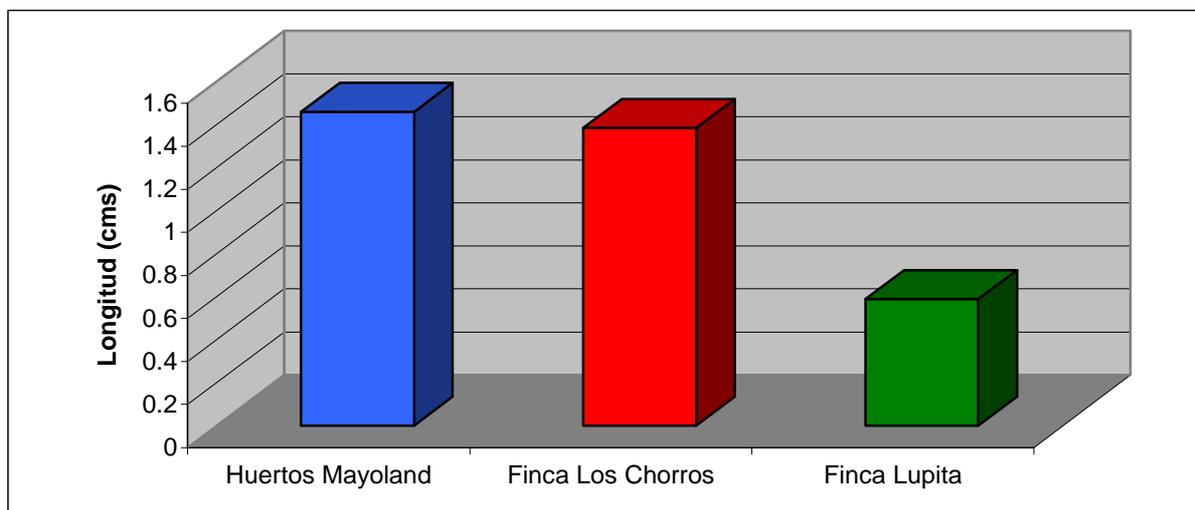


Figura 22. Comparación de las longitudes para la segunda semana.

Desde la semana 3 hasta la semana 7, las diferencias de longitud son significativas entre Huertos Mayoland, fincas Los Chorros y Lupita (Cuadro 9), mostrando los frutos de Huertos Mayoland mejores longitudes con respecto a los frutos de las otras fincas, pero notándose que la finca Lupita presenta mejores longitudes en los frutos que la finca Los Chorros, lo cual se observa en la figura 21.

De la semana 8 a la semana 12 existen diferencias significativas entre las longitudes de los frutos de las fincas (Cuadro 9), mostrándose las medias de longitud de Huertos Mayoland superiores a las de las fincas Los Chorros y Lupita, y no existiendo diferencias significativas entre las medias de longitud de las últimas dos, lo cual se observa en la figura 22.

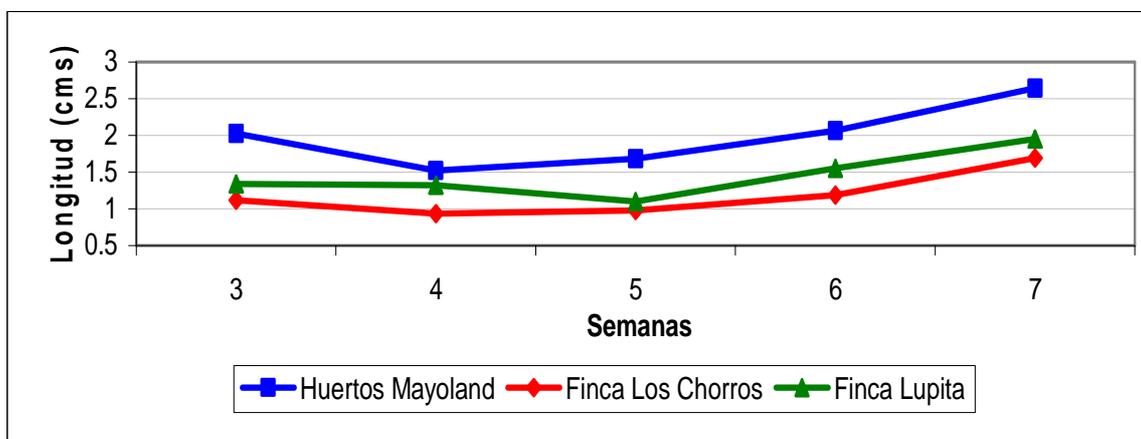


Figura 23. Comportamiento de las medias de longitud de la semana 3 a la semana 7.

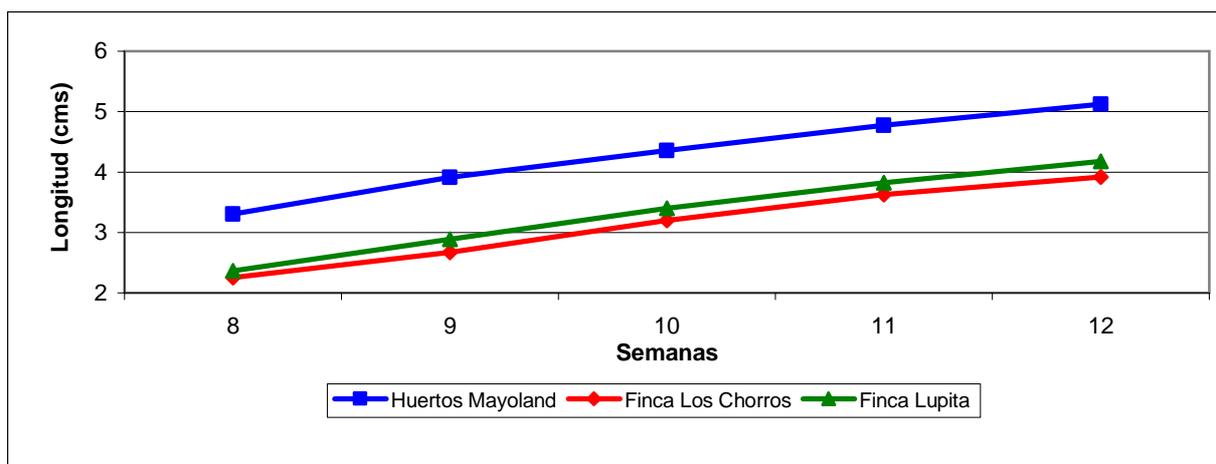


Figura 24. Comportamiento de las medias de longitud de la semana 8 a la semana 12.

De la semana 13 a la semana 15, existen diferencias significativas entre las medias de longitud de las fincas (Cuadro 9), notándose que las medias de longitud son mayores en Huertos Mayoland que las medias de la finca Lupita y finca Los Chorros, pero teniendo superioridad las medias de longitud de la finca Lupita sobre las de la finca Los Chorros, observándose este comportamiento en la figura 23.

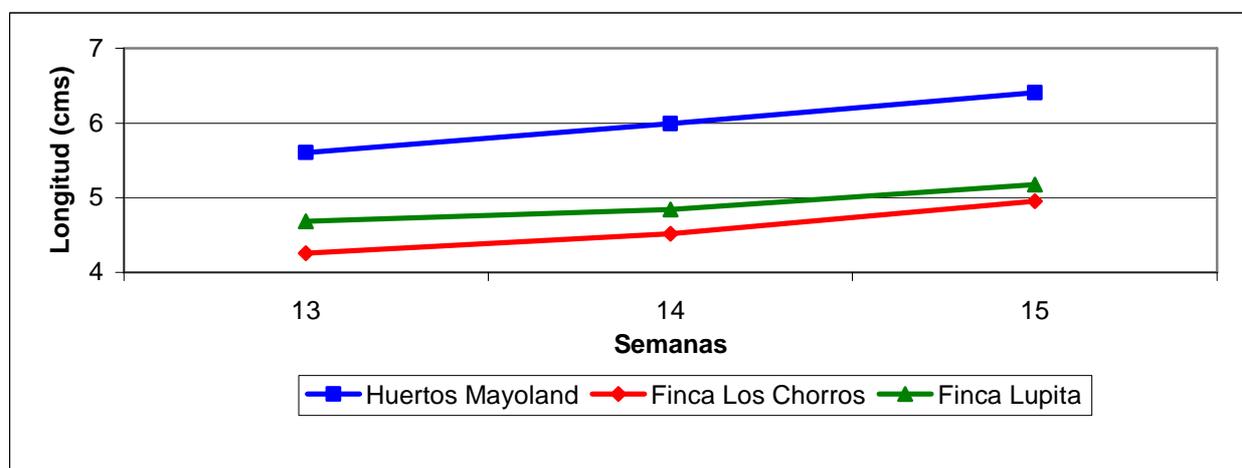


Figura 25. Comportamiento de las medias de longitud de la semana 13 a la semana 15.

Para la semana 16, las medias de longitud de Huertos Mayoland fueron diferentes estadísticamente a las medias de las fincas Los Chorros y Lupita (Cuadro 9), mostrando longitudes mayores, mientras que las medias de las fincas Los Chorros y Lupita no presentaron diferencias significativas entre ellas, lo cual se observa en la figura 24. En esta semana los frutos de Huertos Mayoland llegan a su punto de madurez y es el momento en que son cosechados.

Desde la semana 17 hasta la semana 20, únicamente se comparan dos fincas, en donde las medias de longitud de las fincas Los Chorros y Lupita no presenta diferencias estadísticas entre sí (Cuadro 9), a excepción de la semana 18 en la cual se observan diferencias significativas entre ellas, siendo las medias de longitud de finca Lupita superiores a las de la finca Los Chorros, cuyo comportamiento se observa en la figura 25. Para la semana 20 los frutos de la finca Los Chorros alcanzaron su madurez por lo que ya se habían cosechado; mientras que los frutos de la finca Lupita comenzaban su fase de maduración.

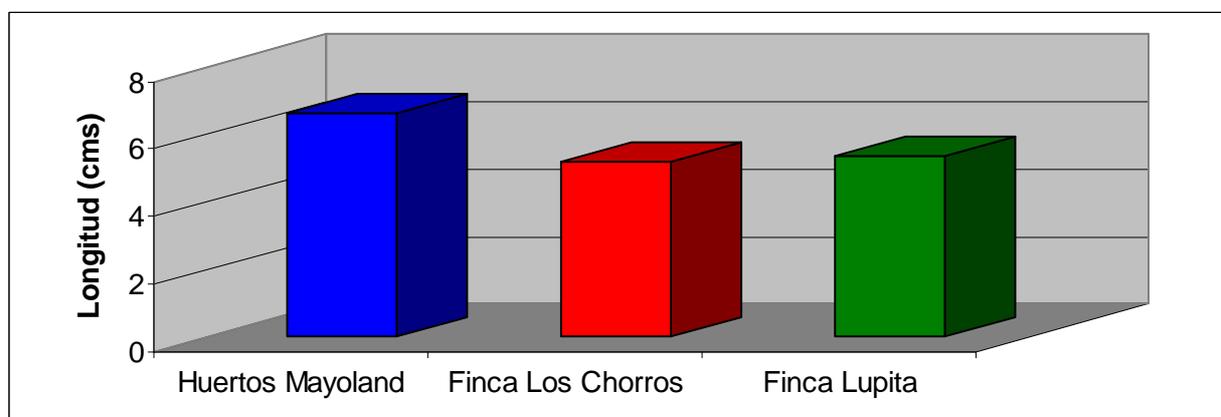


Figura 26. Comportamiento de las medias de longitud en la semana 16.

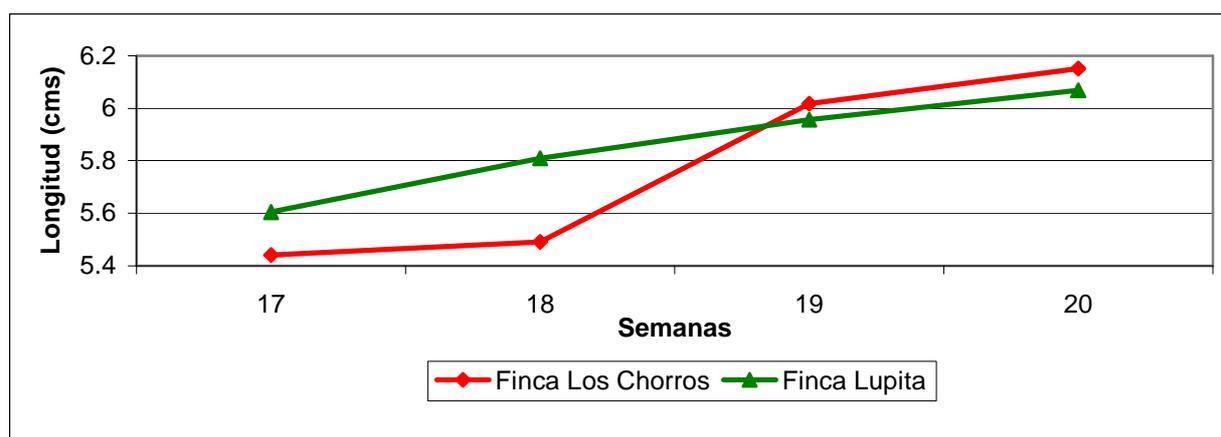


Figura 27. Comportamiento de las medias de longitud de la semana 17 a la semana 20.

El comportamiento de las longitudes desde la etapa de botón floral hasta fruto maduro en las tres fincas se observan en la figura 26, además de la longitud con la cual son cosechados en las diferentes fincas y en la semana en la cual son cosechados.

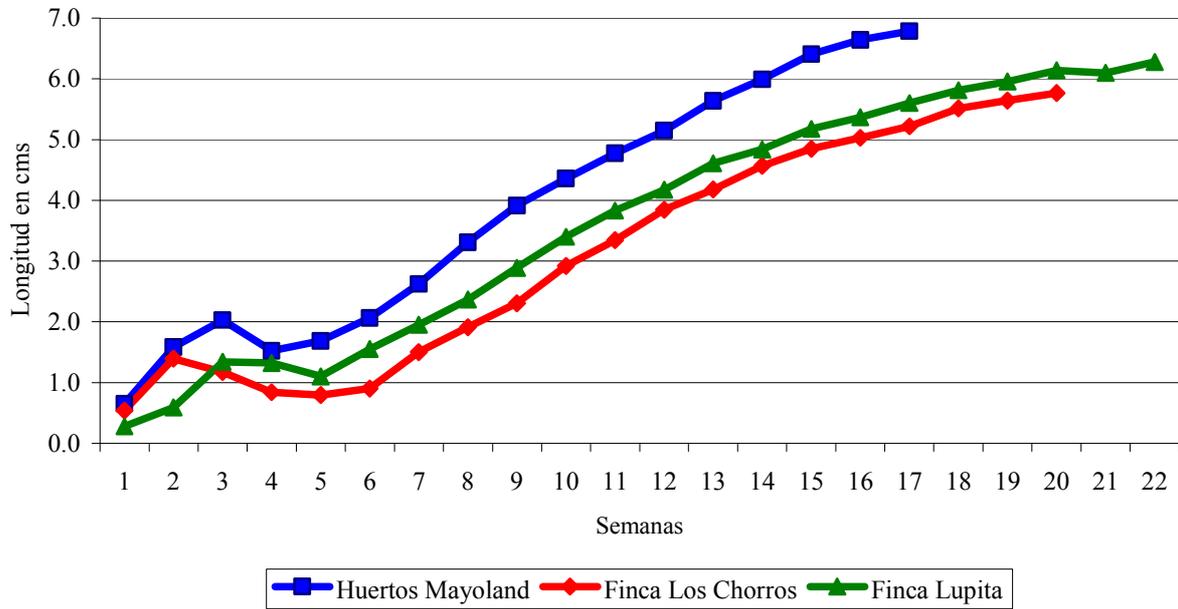


Figura 28. Longitudes desde botón floral hasta fruto maduro.

V. CONCLUSIONES

- ✚ El tiempo que transcurre de floración a fruto de limón pérsico, esta influenciado por el piso altitudinal donde se encuentra el cultivo, por el factor de la temperatura, siendo a mayor temperatura menor tiempo y a menor temperatura mayor tiempo.

- ✚ La posición del fruto en la copa del árbol, no influye en el tiempo de flor a fruto de limón pérsico.

- ✚ El manejo agronómico convencional utilizado en diferentes pisos altitudinales tiene influencia en el tamaño del fruto, pero no en el tiempo de flor a fruto de limón pérsico.

- ✚ La madurez fisiológica no coincide con la madurez comercial para el productor.

VI. RECOMENDACIONES

- ✚ Considerar los tiempos de flor a fruto de limón pérsico para programar la poda de inducción de floración, según el piso altitudinal donde se encuentre el cultivo.

- ✚ Hacer ajustes al manejo agronómico convencional para mejorar el tamaño del fruto, haciendo énfasis en las necesidades nutricionales e hídricas del cultivo.

- ✚ Realizar estudios adicionales como la planificación de las podas en la época lluviosa para complementar este estudio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alberto, R. A. 2000. Cultivo de Limón en El Salvador: Alternativa para la Diversificación Agrícola. MAG. P. 4-6.

Bain, J. M. 1958. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange, *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck. *Austr. J. Bot.* 6: 1-24

Blanco, S. A. 1998. Aspectos generales que se deben considerar en el establecimiento de plantaciones de Cítricos. *Agricultura*. Vol. 1 (10). p. 36-41.

Bourne, W. C.; Araujo, M. A.; Campos, C. E. 1962. Cuadrante 2457 III Cojutepeque. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. MAG. San Salvador, El Salvador. Escala 1:50,000. p. Color.

Campbell, C. W. 1994. Tahiti Lime Production in Florida (en línea). Consultado el 24 de Julio de 2003. Boletín 187. Disponible en <http://www.fcprac.ifas.ufl.edu>

Coggins, C. W. s.f. Fruit Development and Senescence. Consultado el 14 de Julio del 2003. Disponible en línea en: [http://www. Fcprac.ifas.ufl.edu](http://www.Fcprac.ifas.ufl.edu).

Curti-Díaz, S.A. ; Loredó-Salazar, U.; Díaz-Zorrilla, J. A. 2000. Tecnología para producir Limón Persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico N° 8 Veracruz, México. 144p.

Davenport, T.L. s.f. Flowering of Tahiti Lime. Consultado el 22 de Julio de 2003. Disponible en línea en: <http://www.Fcprac.ifas.ufl.edu>.

Davies, P.S. s.f. Fruit Drop Problems of Citrus. Consultado el 17 de Julio del 2003. Disponible en línea en: <http://www.Fcprac.ifas.ufl.edu>.

Denys, J.R.; Bourne, W.C. 1962. Cuadrante 2356 II. Río Jiboa. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. MAG. San Salvador, El Salvador. Escala 1: 50,000. p. Color.

Estación Meteorológica La Providencia. 2003. Datos Climáticos de Febrero a Junio. Facultad de Ciencias Agronómicas. La Paz. El Salvador.

Goldschmidt, E. E. s.f. Effect of Climate on Fruit Development and Maturation. Consultado el 22 de Julio del 2003 Disponible en línea en: <http://www.Fcprac.ifas.ufl.edu>.

Guerra, F. 1995. Tecnología Postcosecha de Frutos Cítricos. Curso Internacional de Post-Grado en Citricultura Tropical. PROFRUTA. 272 p.

Lima, H.; Pérez, M. C. 1995. Introducción al Estudio de los Cítricos. Curso Internacional de Post-Grado en Citricultura Tropical. PROFRUTA. 272 p

Instituto Agronómico do Paraná. 1992. A Citricultura No Paraná. Londrina Pr. Boletín N° 72.

Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales (AGRINFOR). 1999. Principios Básicos de la Citricultura Tropical. MINAG. La Habana, Cuba. 84 p.

IPGRI. 2000. Descriptores para los Cítricos. Citrus sp. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. [http// /www.ipgri.cgiar.org/publications./pdf/539.pdf](http://www.ipgri.cgiar.org/publications./pdf/539.pdf).

Jiménez, A.; Borne, W. C. 1962. Cuadrante 2357 IV Opico. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. MAG. San Salvador, El Salvador. Escala 1: 50,000. p. Color.

Krezdorn, A.H. s.f. Flowering and fruit Set of Citrus. Consultado el 14 Julio del 2003 Disponible en línea en: [http/www. Fcprac.ifas.ufl.edu](http://www.Fcprac.ifas.ufl.edu).

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2000. Boletín Mercado Limón Pésico. IICA. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 8-12.

Ministerio de Agricultura Y Ganadería. 2001. Almanaque Salvadoreño. Servicio de Meteorología e Hidrológica. San Salvador, El Salvador. p. 7-47.

MAG- CENTA. 1995. Guía Técnica Programa de Hortaliza y Frutales. Cultivo de Cítricos. La Libertad, El Salvador. P.11-12

Morin, L .C. 1983. Cultivo de Cítricos. 2da. Ed. IICA. San José, Costa Rica. p.87-101.

Montenegro, H. W. 1971. Curso Intensivo Avanzado de Citricultura. Banco Hipotecario de El Salvador. 74 p.

Munsell ,A. Color Charts for Plant Tissues. 1977. Macbeth Division of kollmorgen Instrumets Corporation. New York, USA.

Nuila De Mejia, J .A. 1994. Manual de Diseños Experimentales. Editorial Universitaria. San Salvador, El Salvador. p. 219-254.

Organismo Internacional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).2000. Manual Técnico de Practicas de Cultivo de Limón Pérsico. Nueva San Salvador, El Salvador. p. 5-23.

Pérez Rivera, R .A.;Alas De Velis, M.; Rivas Terezon, O. A.1997. Seminario Cultivo Moderno de los Cítricos. San Salvador, El salvador.150 p.

Rodríguez Cedillo, M. 2002. Guía Técnica Cultivo de Limón Pérsico. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad El Salvador.

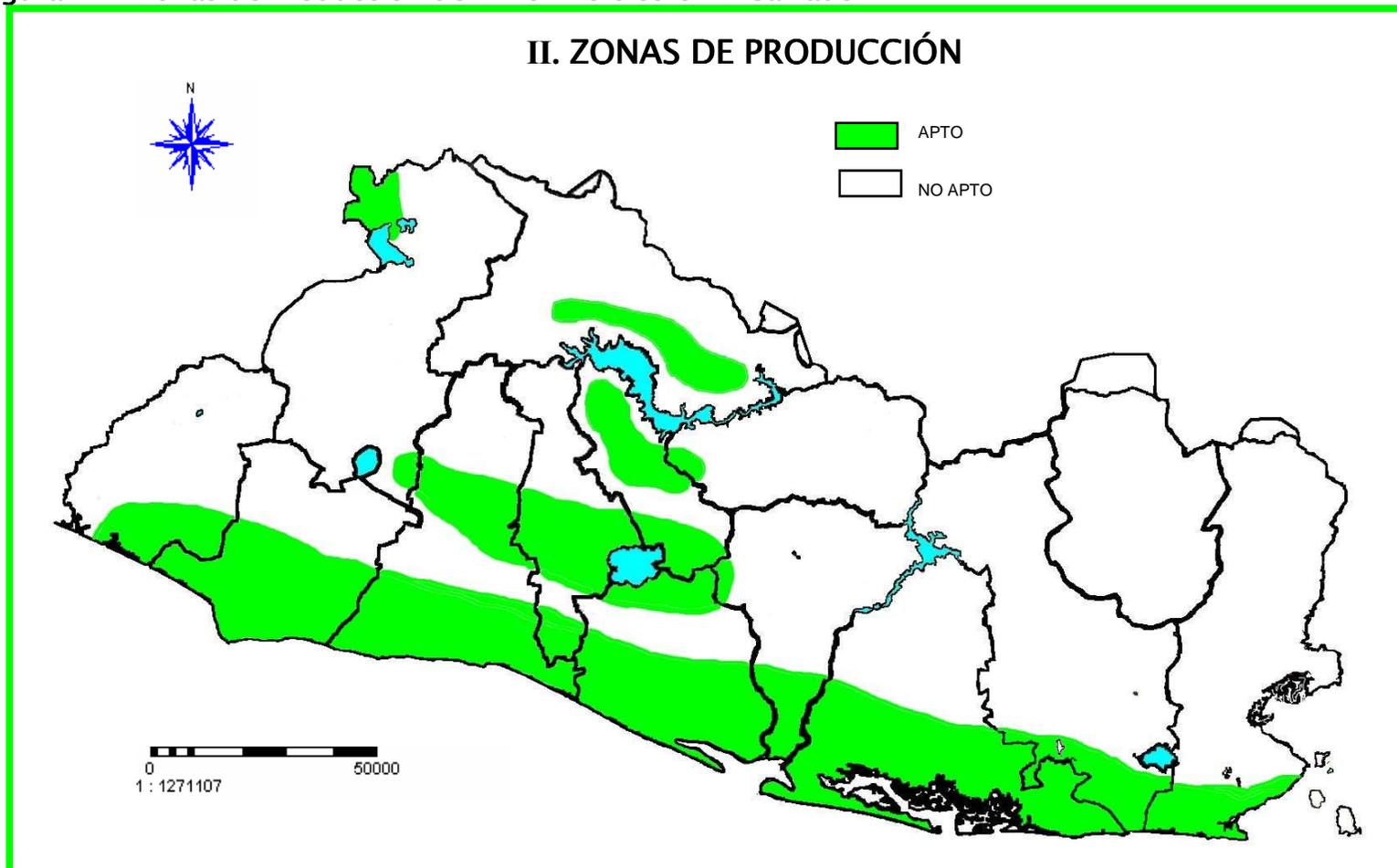
Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET). 2003. Información Meteorológica de las Estaciones de San Andrés y Cojutepeque. Servicio Meteorológico Nacional. Centro de Información y agro meteorología .MARN. San Salvador, El Salvador.

Toledo, E .M.1995. Riego en Cítricos. Curso Internacional de Post-Grado en Citricultura Tropical. PROFRUTA. 272 p.

Vanegas Perdomo, M. J. 2002. Guía Técnica de Limón Pérsico. Programa Nacional de Frutas de El Salvador (IICA/FRUTALES). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Nueva San Salvador, El Salvador.

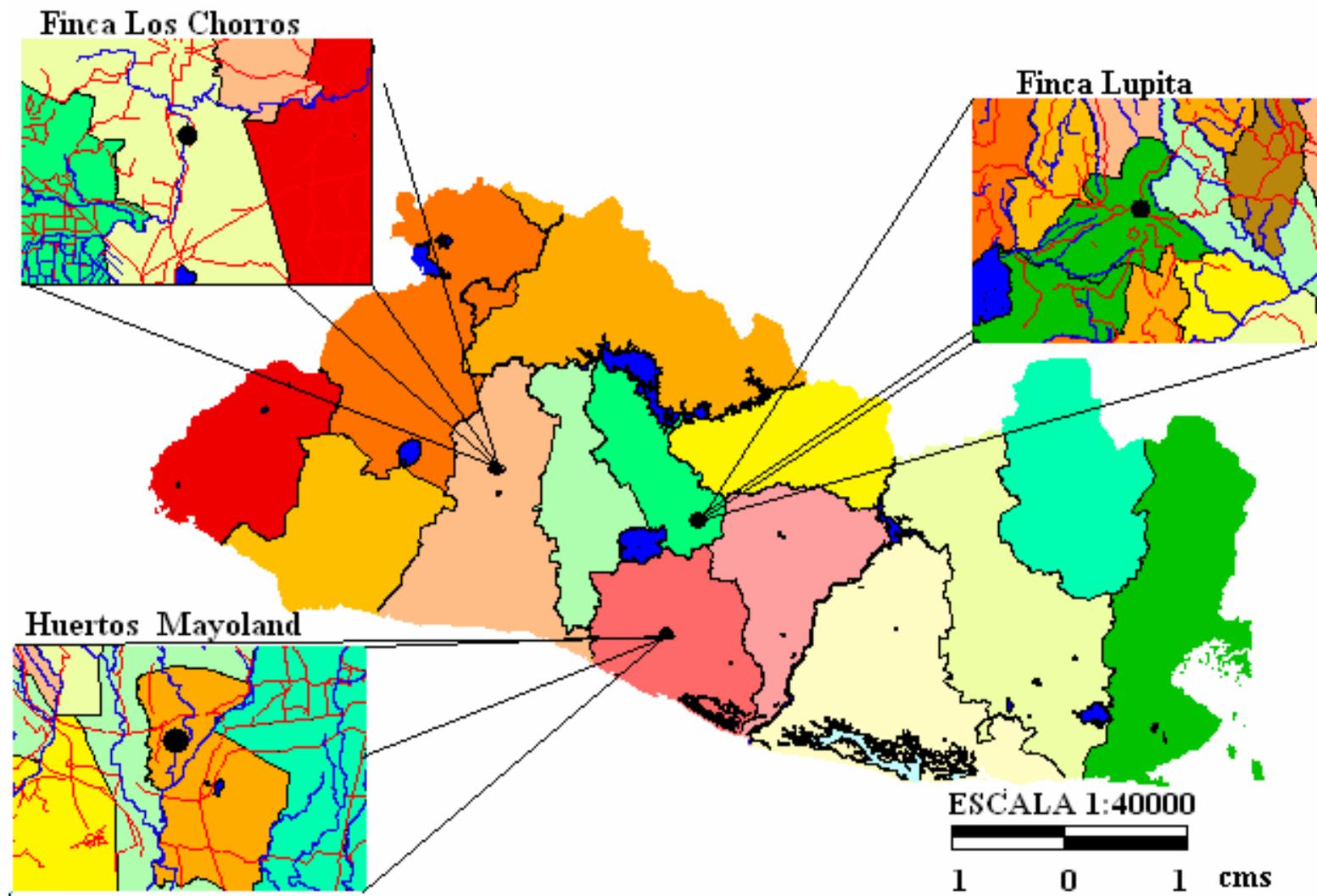
VIII. APÉNDICE

Figura 1 A. Zonas de Producción de Limón Pérsico en El Salvador



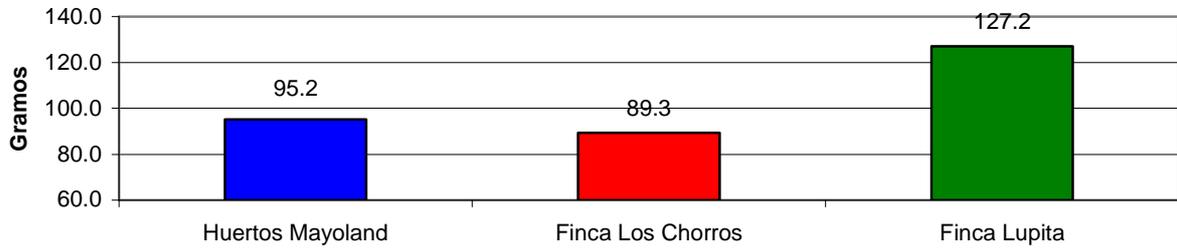
Fuente: Programa Nacional de Frutas de El Salvador / IICA

Figura 2 A. Ubicación Geográfica de las Fincas

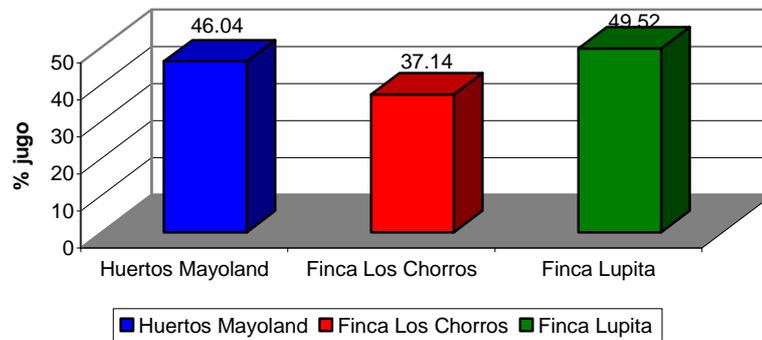


Cuadro 1 A. Colores más frecuentes de los frutos en las fincas.

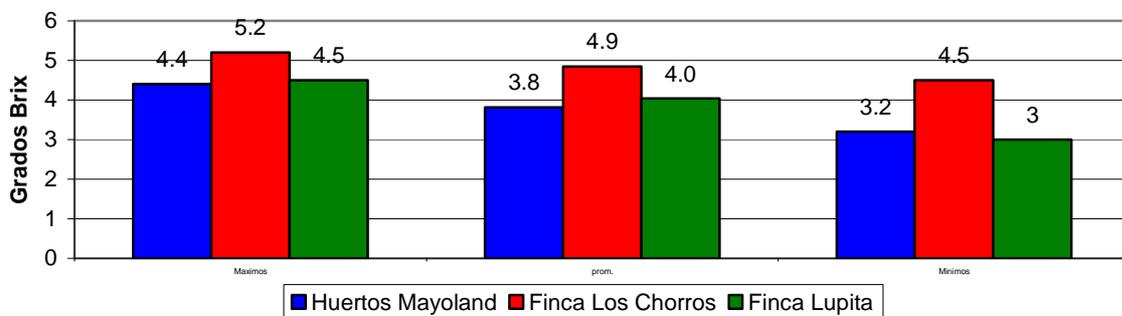
CÓDIGO	HUERTOS MAYOLAND		FINCA LOS CHORROS		FINCA LUPITA	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
5 GY 6/10	2	6.67	1	3.3	5	16.67
7.5 GY 4/6	7	23.33	8	26.67	3	10
7.5 GY 5/8	10	33.33	11	36.67	10	33.33
7.5 GY 6/10	11	33.67	10	33.3	12	40
TOTAL	30	100	30	100	30	100



3 A. Comparación de los pesos de los frutos de las fincas.



4 A. Comparación del % de jugo de los frutos de las fincas.



5 A. Comparación de los grados brix de los frutos de las fincas.

Cuadro 2 A. Análisis de varianza para los diámetros de las semana 1 a la 10

	F.de V.	S.C.	G.L.	C. M.	F-tablas	P-calculado
SEM. 1	A:FINCA	0.282558	2	0.141279	57.12	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.00255802	2	0.00127901	0.52	0.5983 n.s.
	E.E.	0.187968	76	0.00247326		
	TOTAL	0.473084	80			
SEM. 2	A:FINCA	2.6229	2	1.31145	22.65	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0338296	2	0.0169148	0.29	0.7475 n.s.
	E.E.	4.39967	76	0.0578904		
	TOTAL	7.0564	80			
SEM. 3	A: FINCA	2.22057	2	1.11029	16.27	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.409691	2	0.204846	3.00	0.0556 n.s.
	E.E.	5.18631	76	0.0682409		
	TOTAL	7.81657	80			
SEM. 4	A:FINCA	1.55824	2	0.77912	108.20	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0150543	2	0.00752716	1.05	0.3566 n.s.
	E.E.	0.547272	76	0.00720094		
	TOTAL	2.12057	80			
SEM. 5	A:FINCA	3.37811	2	1.68905	76.63	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0336886	2	0.0168443	0.76	0.4693 n.s.
	E.E.	1.67524	76	0.0220426		
	TOTAL	5.08657	80			
SEM. 6	A:FINCA	6.2117	2	3.10585	32.77	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.376467	2	0.188233	1.99	0.1443 n.s.
	E.E.	7.20366	76	0.094785		
	TOTAL	13.7918	80			
SEM. 7	A:FINCA	8.28647	2	4.14323	32.35	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.105252	2	0.0526259	0.41	0.6645 n.s.
	E.E.	9.73428	76	0.128083		
	TOTAL	18.126	80			
SEM. 8	A:FINCA	15.5855	2	7.79275	42.38	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.145343	2	0.0726716	0.40	0.6749 n.s.
	E.E.	13.9751	76	0.183883		
	TOTAL	29.7059	80			
SEM. 9	A:FINCA	21.2705	2	10.6352	43.69	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0563062	2	0.0281531	0.12	0.8909 n.s.
	E.E.	18.4984	76	0.2434		
	TOTAL	39.8252	80			
SEM.10	A:FINCA	29.8668	2	14.9334	73.50	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0616321	2	0.030816	0.15	0.8595 n.s.
	E.E.	15.4418	76	0.203181		
	TOTAL	45.3702	80			

* = significancia del 0.01%

n.s. = No significativo

Cuadro 3 A. Análisis de varianza para los diámetros de las semana 10 a la 20.

	F.de V.	S.C.	G.L.	C. M.	F-tablas	P-calculado
SEM. 11	A:FINCA	31.0454	2	15.5227	69.17	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.120089	2	0.0600444	0.27	0.7660 n.s.
	E.E.	17.056	76	0.224421		
	TOTAL	48.2215	80			
SEM. 12	A:FINCA	32.8845	2	16.4422	82.59	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.303837	2	0.151918	0.76	0.4698 n.s.
	E.E.	15.131	76	0.199092		
	TOTAL	48.1151	80			
SEM. 13	A:FINCA	40.053	2	20.0265	127.36	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.125669	2	0.0628346	0.40	0.6720 n.s.
	E.E.	11.9507	76	0.157246		
	TOTAL	52.1293	80			
SEM. 14	A:FINCA	38.4691	2	19.2345	131.57	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0895877	2	0.0447938	0.31	0.7370 n.s.
	E.E.	11.1104	76	0.146189		
	TOTAL	49.6691	80			
SEM. 15	A:FINCA	34.3212	2	17.1606	145.91	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.00411852	2	0.00205926	0.02	0.9826 n.s.
	E.E.	8.93855	76	0.117612		
	TOTAL	43.2638	80			
SEM. 16	A:FINCA	34.7247	2	17.3623	133.17	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0455136	2	0.0227568	0.17	0.8402 n.s.
	E.E.	9.9088	76	0.130379		
	TOTAL	44.679	80			
SEM. 17	A:FINCA	2.50907	1	2.50907	22.82	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0256037	2	0.0128019	0.12	0.8903 n.s.
	E.E.	5.49666	50	0.109933		
	TOTAL	8.03133	53			
SEM. 18	A:FINCA	1.18815	1	1.18815	9.85	0.0029 *
	B:ESTRATO	0.387048	2	0.193524	1.60	0.2113 n.s.
	E.E.	6.03306	50	0.120661		
	TOTAL	7.60825	53			
SEM. 19	A:FINCA	0.0498074	1	0.0498074	0.24	0.6257 n.s.
	B:ESTRATO	0.361304	2	0.180652	0.87	0.4237 n.s.
	RESIDUAL	10.3386	50	0.206772		
	TOTAL	10.7497	53			
SEM. 20	A:FINCA	0.326667	1	0.326667	3.46	0.0688 n.s.
	B:ESTRATO	0.0324778	2	0.0162389	0.17	0.8425 n.s.
	E.E.	4.72246	50	0.0944491		
	TOTAL	5.0816	53			

* = significancia del 0.01%

n.s. = No significativo

Cuadro 4 A. Análisis de varianza para las longitudes de las semana 1 a la 10

	F.de V.	S.C.	G.L.	C. M.	F-tablas	P-calculado
SEM. 1	A:FINCA	2.51705	2	1.25852	150.59	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.00775062	2	0.00387531	0.46	0.6307 n.s.
	E.E.	0.635168	76	0.00835747		
	TOTAL	3.15997	80			
SEM. 2	A:FINCA	12.5819	2	6.29093	205.45	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.3115136	2	0.0157568	0.51	0.5998 n.s.
	E.E.	2.32719	76	0.0306209		
	TOTAL	14.9406	80			
SEM. 3	A:FINCA	12.1499	2	6.07494	279.71	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0438889	2	0.0219444	1.01	0.3689 n.s.
	E.E.	1.65064	76	0.217189		
	TOTAL	13.84444	80			
SEM. 4	A:FINCA	4.789	2	2.3945	109.86	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.0671284	2	0.0335642	1.54	0.2210 n.s.
	E.E.	1.65643	76	0.0217951		
	TOTAL	6.51255	80			
SEM. 5	A:FINCA	7.65523	2	3.82761	65.73	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.180117	2	0.0900585	1.55	0.2196 n.s.
	E.E.	4.43 52552	76	0.0582306		
	TOTAL	12.2706	80			
SEM. 6	A:FINCA	10.4975	2	5.24875	30.90	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.14318	2	0.0715901	0.42	0.6576n.s.
	E.E.	12.91072	76	0.169878		
	TOTAL	23.5514	80			
SEM. 7	A:FINCA	13.0896	2	6.54479	29.41	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.195706	2	0.0978531	0.44	0.6459 n.s.
	E.E.	16.915294	76	0.22257		
	TOTAL	30.2006	80			
SEM. 8	A:FINCA	17.9707	2	8.98537	30.02	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.283662	2	0.141831	0.47	0.6244 n.s.
	E.E.	22.7482	76	0.299319		
	TOTAL	41.0027	80			
SEM. 9	A:FINCA	23.6225	2	11.8113	34.50	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.13224	2	0.0661198	0.19	0.8248 n.s.
	E.E.	26.0214	76	0.342386		
	TOTAL	49.7761	80			
SEM.10	A:FINCA	20.4123	2	10.2061	31.40	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.178699	2	0.0893494	0.27	0.7604 n.s.
	E.E.	24.6991	76	0.324988		
	TOTAL	45.29	80			

* = significancia del 0.01%

n.s. = No significativo

Cuadro 5 A. Análisis de varianza para las longitudes de las semana 10 a la 20

	F.de V.	S.C.	G.L.	C. M.	F-tablas	P-calculado
SEM. 11	A:FINCA	20.0851	2	10.0426	29.72	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.26581	2	0.132905	0.39	0.6761 n.s.
	E.E.	25.6769	76	0.337854		
	TOTAL	46.0278	80			
SEM. 12	A:FINCA	21.9546	2	10.9773	38.74	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.49285	2	0.246425	0.87	0.4232 n.s.
	E.E.	21.5365	76	0.283375		
	TOTAL	43.7551	80			
SEM. 13	A:FINCA	25.5547	2	12.7773	49.58	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.468343	2	0.234172	0.91	0.4074 n.s.
	E.E.	19.5866	76	0.257719		
	TOTAL	45.6097	80			
SEM. 14	A:FINCA	32.2676	2	16.1338	80.29	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.250595	2	0.125298	0.62	0.5387 n.s.
	E.E.	15.271	76	0.200934		
	TOTAL	47.7892	80			
SEM. 15	A:FINCA	33.1306	2	16.5653	100.42	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.27341	2	0.136705	0.83	0.4405 n.s.
	E.E.	12.5365	76	0.164954		
	TOTAL	45.9404	80			
SEM. 16	A:FINCA	33.9552	2	16.9776	101.79	0.0000 *
	B:ESTRATO	0.186262	2	0.0931309	0.56	0.5745 n.s.
	E.E.	12.6757	76	0.166785		
	TOTAL	46.8172	80			
SEM. 17	A:FINCA	0.36015	1	0.36015	2.20	0.1441 n.s.
	B:ESTRATO	0.225893	2	0.112946	0.69	0.5060 n.s.
	E.E.	8.17799	50	0.16356		
	TOTAL	8.76403	53			
SEM. 18	A:FINCA	1.36963	1	1.36963	4.98	0.0302 *
	B:ESTRATO	0.361959	2	0.18098	0.66	0.5224 n.s.
	E.E.	13.7564	50	0.275128		
	TOTAL	15.488	53			
SEM. 19	A:FINCA	0.0498074	1	0.0498074	0.24	0.6257n.s.
	B:ESTRATO	0.361304	2	0.180652	0.87	0.4237 n.s.
	E.E.	10.3386	50	0.206772		
	TOTAL	10.7497	53			
SEM. 20	A:FINCA	0.09375	1	0.09375	0.44	0.5102 n.s.
	B:ESTRATO	0.475837	2	0.237919	1.12	0.3355 n.s.
	E.E.	10.6553	50	0.213105		
	TOTAL	11.2249	53			

* = significancia del 0.01%

n.s. = No significativo

Cuadro 6 A. Datos climáticos de la Estación La Providencia

Factores	TEMP. MAX. PROM. °C.	TEMP. MIN. PROM. °C.	TEMP. PROM. °C.
FEBRERO	36	21	25.8
MARZO	35.5	21.9	25.8
ABRIL	35.5	22.5	26.9
MAYO	34	23.1	26.9
JUNIO	32.4	22.9	26
Factores	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACION mm.	VIENTO (Beaufort)
FEBRERO	73	0	3
MARZO	77	9	2.9
ABRIL	72	66.6	4.8
MAYO	84	55.7	2.2
JUNIO	86	271.6	2.1

Cuadro 7 A. Datos climáticos de la Estación San Andrés

Factores	TEMP. MAX. PROM. °C.	TEMP. MIN. PROM. °C.	TEMP. PROM. °C.
FEBRERO	34.3	16.8	24.2
MARZO	34.6	18.6	24.8
ABRIL	35.4	19.8	26.0
MAYO	33.5	21.1	25.5
JUNIO	30.9	21.0	24.5
JULIO	31.8	20.2	24.3
Factores	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACION mm.	VIENTO (Beaufort)
FEBRERO	69.5	0.0	1.6
MARZO	70.8	0.5	1.8
ABRIL	68.9	1.0	2.1
MAYO	78.0	5.8	1.7
JUNIO	86.5	9.1	1.6
JULIO	82.5	7.8	1.5

Cuadro 8A. Datos climáticos de la Estación Cojutepeque.

Factores	TEMP. MAX. PROM. °C.	TEMP. MIN. PROM. °C.	TEMP. PROM. °C.
FEBRERO	31.7	19.2	23.3
MARZO	30.8	19.9	23.0
ABRIL	31.4	20.2	23.5
MAYO	30.2	20.7	23.5
JUNIO	28.0	20.3	22.2
JULIO	30.7	19.8	23.4
Factores	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACION mm.	VIENTO (Beaufort)
FEBRERO	65.3	0.0	1.3
MARZO	72.5	2.5	1.6
ABRIL	74.4	0.5	7.9
MAYO	82.5	5.6	1.2
JUNIO	91.1	7.4	0.7
JULIO	80.9	6.8	0.8

Cuadro 9 A. Hoja de recolección de datos de campo.

Nombre de la Finca: _____

Código de árbol: _____

Estado Fenológico: _____

Fecha: _____

Ubicación en Copa	Muestra	Largo	Diámetro	Observación
Baja	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Media	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Alta	1			
	2			
	3			
	4			
	5			