



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
TESIS**



**“Efecto del Déficit Hídrico y Remoción de
Flores y Frutos sobre la Floración,
Rendimiento y Calidad del Limonero Sutil
(*Citrus Aurantifolia Swing*) en la Zona de
Jayanca, Lambayeque”**

PRESENTADO POR:

Bach. Yngrid Fiorella Delgado Chumioque

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

Lambayeque – Perú

2018

TESIS INGENIERO AGRÓNOMO

Bach. Yngrid Fiorella Delgado Chumioque

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

Ing°. M. Sc. Gilberto Chávez Santacruz
PRESIDENTE

Ing°. M.Sc. Victorino Saavedra Palacios
SECRETARIO

Ing°. M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez
VOCAL

Ing°. M.Sc. Eduardo Exequiel Deza León
PATROCINADOR.

DEDICATORIA

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de mi vida.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos que me han apoyado y me daban ánimos para culminar con el trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

...A Dios, por haber permitido culminado con ésta etapa y dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Especial agradecimiento al Ingeniero M. Sc. Eduardo E. Deza León, asesor del presente trabajo, quien con sus conocimientos, experiencia, sugerencia, paciencia y su motivación ha logrado que nosotros podamos terminar los estudios con éxito.

También se agradece a nuestros docentes, que han compartido sus conocimientos y sabiduría durante nuestra formación profesional; y que nos ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis y en especial a nuestros profesores: Ing. M. Sc. Gilberto Chávez Santacruz, Ing. M. Sc. Victorino Saavedra Palacios, Ing. M. Sc. Gustavo Hernández Jiménez.

A todo el equipo técnico del fundo San Pedro de la empresa agrícola Agroindustrias AIB S.A., quienes me permitieron realizar la tesis y brindarnos los materiales y datos necesarios para la elaboración de esta tesis.

Finalmente a toda mi familia que me brindaron su apoyo y afecto.

A ellos, muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. DÉFICIT HÍDRICO.....	14
2.2. RESPUESTA FISIOLÓGICA DE LOS CÍTRICOS AL DÉFICIT HÍDRICO.....	14
2.2.1. Efectos del estrés hídrico sobre el desarrollo vegetativo en cítricos.....	16
2.2.2. Efectos del estrés hídrico en la intensidad floral, producción y calidad del fruto.....	16
2.2.3. Riego deficitario controlado (RDC).....	18
2.3. REMOCIÓN DE FLORES Y FRUTOS	19
2.3.1. Raleo de flores.....	19
2.3.2. Raleo de frutos.....	19
2.3.3. Competencia entre órganos vegetativos y reproductivos.....	20
2.3.4. Competencia entre órganos reproductivos.....	21
2.4. INDUCCIÓN FLORAL.....	23
2.4.1. Factores endógenos que participan en la inducción floral.....	21
2.4.1.1. Carbohidratos.....	21
2.4.1.2. El Etileno.....	21
2.4.1.3. Las Giberelinas (GAs).....	21
2.5. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA EN CÍTRICOS.....	23
2.5.1. Cuajado de frutos.....	23
2.5.1.1. Factores endógenos que regulan el cuajado.....	24
2.5.1.2. Factores exógenos que regulan el cuajado	25
2.5.2. FACTORES EN LA FRUCTIFICACIÓN DE CÍTRICOS.....	26
2.5.2.1. Factores exógenos en la fructificación de cítricos.....	26
2.5.2.2. Factores endógenos en la fructificación de cítricos.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL.....	28
3.1.1. Ubicación.....	28
3.1.2. Características físico- químicas del suelo.....	28

3.1.3. Datos meteorológicos	31
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	33
3.2.1. Características limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing).....	33
3.2.2. Patrón o Porta injerto.....	34
3.2.3. Fenología en el cultivo de limón sutil.....	35
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	36
3.4.1. Tratamientos.....	36
3.4.2. Diseño experimental.....	37
3.5. EJECUCIÓN EXPERIMENTAL.....	38
3.5.1. Selección de árboles.....	38
3.5.2. Agoste y remoción de flores y frutos.....	39
3.5.3. Riego.....	39
3.5.4. Fertilización	40
3.5.5. Control de malezas.....	41
3.5.6. Poda.....	41
3.5.7. Aplicación fitosanitaria	42
3.5.8. Cosecha.....	42
3.6. EVALUACIONES	43
3.6.1. Número de inflorescencias.....	43
3.6.2. Cuajado de frutos.....	44
3.6.3. Rendimiento (kg/árbol).....	44
3.6.4. Rendimiento (tm/ha).....	44
3.6.5. Calidad de fruto.....	44
3.6.5.1. Peso Promedio de Fruto (g.)	45
3.6.5.2. Tamaño Promedio de Fruto (diámetro en mm)	45
3.6.5.3. Sólidos Solubles Totales (%).....	45
3.6.5.4. pH	45
3.6.5.5. Contenido de jugo (%).....	45
3.6.5.6. Porcentaje de Acidez.....	45
3.6.6. Calidad comercial	46

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limoneros sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque 2015.....	48
4.2. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	53
4.3. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	57
4.4. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	61
4.5. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	65
4.6. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	68
4.7. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros (mm) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	71
4.8. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	75
4.9. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	78
4.10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	82

4.11. Correlaciones y regresiones.....	82
4.11.1.Número de inflorescencias por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.....	87
4.11.2.Número total de flores por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.....	88
4.11.3.Peso de fruto en gramos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.....	90
4.11.4.Diámetro ecuatorial de fruto en milímetros sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.....	91
4.11.5.Días de déficit hídrico sobre rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.....	92
5. CONCLUSIONES.....	94
6. RECOMENDACIONES.....	96
7. RESUMEN.....	97
8. BIBLIOGRAFÍA.....	99
9. ANEXOS.....	110
9.1. ANEXO N° 01: Evaluaciones de laboratorio	110
9.2. ANEXO N° 02: Evaluaciones de campo.....	112
9.3. ANEXO N° 03: Análisis de varianza de las características evaluadas.....	114
9.4. ANEXO N° 04: Análisis de varianza de regresiones	117
9.5. ANEXO N° 05. Análisis económico.....	119
9.6. ANEXO N° 06. Abreviaturas.....	122
9.7. ANEXO N° 07. Glosario	122

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01. Análisis de suelo experimental, Jayanca, 2015.....	30
Cuadro N° 02. Valores climáticos en el Distrito de Motupe, Lambayeque; Mayo del 2015 a Octubre del 2015.....	31
Cuadro N° 03: Tratamientos en Estudio.....	37
Cuadro N° 04: Aplicación de nutrientes y fertilizantes por hectárea.....	40
Cuadro N° 05. Descripción de calidades de limón fresco.....	47
Cuadro N° 06 CM obtenidos para las diferentes características estudiadas en el trabajo Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	50
Cuadro N° 07. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	51
Cuadro N° 08. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	55
Cuadro N° 09. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	59
Cuadro N° 10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	63
Cuadro N° 11. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en tonelada métrica por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	66
Cuadro N° 12. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	69
Cuadro N° 13. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	73

Cuadro N° 14. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	76
Cuadro N° 15. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	80
Cuadro N° 16. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.	84
Cuadro N° 17. Correlación y regresión simple entre variables biométricas evaluadas del trabajo efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia</i> Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Valores climáticos en el Distrito de Motupe, Lambayeque; Mayo del 2015 a Octubre del 2015.....	32
Gráfico N° 02. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	52
Gráfico N° 03. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	56
Gráfico N° 04. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	60
Gráfico N° 05. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	64
Gráfico N° 06. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	67
Gráfico N° 07. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	70
Gráfico N° 08. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	74
Gráfico N° 09. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	77
Gráfico N° 10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	81
Gráfico N° 11. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	85

Gráfico N° 12. Regresión lineal del número de inflorescencias por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	88
Gráfico N° 13. Regresión lineal del número total de flores por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	89
Gráfico N° 14. Regresión lineal del peso de fruto (g) sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	90
Gráfico N° 15. Regresión lineal del diámetro ecuatorial de fruto (mm) sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) Jayanca, Lambayeque, 2015.....	91
Gráfico N° 16. Regresión lineal del número de días de déficit hídrico sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (<i>Citrus aurantifolia Swing.</i>) la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.....	92

1. INTRODUCCIÓN

En Perú, los cítricos ocupan una superficie de 62'370 hectáreas, ocupando el limonero sutil la tercera parte de esta superficie; éste cítrico es cultivado principalmente en las regiones de Piura y Lambayeque, donde se encuentran las condiciones de clima y suelo excepcionales para este frutal. Bajo estas condiciones florea y fructifica todo el año. Sin embargo, el mayor porcentaje de la cosecha se presenta en los meses de verano y principios de otoño, donde se observa una saturación de los mercados con la consiguiente bajada de precios, obviamente, en perjuicio económico del agricultor.

El propósito del presente trabajo de investigación fue modificar la curva de producción tradicional del limonero sutil tratando de conseguir una mayor floración y fructificación en los meses de otoño e invierno a través del déficit hídrico y/o la remoción de flores y frutos con el fin de que el agricultor tenga mejores ingresos económicos ya que en esta época el volumen de producción es relativamente bajo.

Para tratar de superar esta situación se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos, sólo o combinados sobre la intensidad de floración.
- Determinar el efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento del limonero sutil.
- Determinar el efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre algunas características de calidad del fruto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DÉFICIT HÍDRICO

DAVIES Y ALBRIGO (1994) afirmaron que el déficit hídrico se produce en plantas cuando las condiciones ambientales impiden que la absorción de agua que sea suficiente para reemplazar las pérdidas de la misma por transpiración.

2.2. RESPUESTA FISIOLÓGICA DE LOS CÍTRICOS AL DÉFICIT HÍDRICO

BALLESTER y otros (2011) afirmaron que el efecto del déficit hídrico dependerá de la intensidad de la sequía, de la duración de la misma y de la época en que ocurre dentro del ciclo del cultivo de los cítricos.

RODRÍGUEZ-GAMIR y otros (2010) afirmaron que en cítricos, el déficit hídrico reduce el crecimiento vegetativo y el rendimiento así como el tamaño del fruto y, algunas veces, la calidad, causando importantes pérdidas económicas en las explotaciones.

MORENO (2009) afirmó que otro proceso mediante el cual las plantas hacen frente al déficit hídrico es la síntesis de osmolitos compatibles que permiten el ajuste osmótico y facilitan la absorción de agua por parte de la planta. La acumulación de estos osmolitos también tiene como consecuencia la osmoprotección, dada por la capacidad estabilizadora de algunos de estos solutos sobre macromoléculas como proteínas.

ARBONA y otros (2008) indicaron que una disminución de la concentración subestomática de CO_2 da lugar a una sobre-reducción de los componentes de la cadena de transporte electrónico, generándose ROS. Estos compuestos son tóxicos para la planta y deben ser eliminados, aunque también pueden actuar como mensajeros secundarios en la transducción de la señal en respuesta a las condiciones de déficit hídrico.

QUIÑONES y otros (2007); GARCÍA – SÁNCHEZ y otros (2003); ORTUÑO y otros (2004) mencionaron que el déficit hídrico afecta negativamente las funciones fisiológicas como: fotosíntesis, respiración, reacciones metabólicas y anatómicas, crecimiento, reproducción, desarrollo de semillas, absorción de nutrientes minerales, transporte de asimilados y producción.

GARCÍA-SÁNCHEZ y otros (2007) indicaron que el principal mecanismo por el cual las plantas limitan la pérdida de agua por transpiración en condiciones de déficit hídrico es el cierre estomático, disminuyendo consecuentemente la asimilación neta de CO².

ARBONA y otros (2005) demostró que la deficiencia hídrica produce el marchitamiento de las hojas, reduce la asimilación de CO², la conductancia estomática, el potencial hídrico y la transpiración.

MOLINARI y otros (2004) demostraron que los cítricos bajo condiciones de déficit hídrico se acumulan prolina con el objetivo de regular el potencial osmótico y compensar el déficit hídrico.

BRAKKE y ALLEN (1995) indicaron que en los cítricos la reducción de la conductancia estomática y asimilación de CO² se atribuye a una elevada diferencia de la presión de vapor entre la hoja y el aire, por lo que cuando el agua del suelo no está disponible, los cítricos son más sensibles a las temperaturas elevadas y los altos déficits de presión de vapor, resultando en la citada reducción de ambos parámetros fisiológicos.

DAVIES y ALBRIGO (1994) concluyeron que el déficit hídrico cesa el crecimiento de los tallos y del sistema radical; además, dependiendo de la intensidad del estrés hídrico, se puede presentar marchitez de la hoja, disminución de la conductancia estomática, asimilación neta de CO² y conductividad radical.

DAVENPORT (1990) indicó que durante este período, las yemas vegetativas desarrollan la capacidad para florecer y en el proceso de inducción se incluyen los eventos desde la transición del crecimiento vegetativo hasta la producción de inflorescencias.

CASSIN y otros (1969); REUTHER (1973); DAVENPORT (1990) hacen mención que en condiciones tropicales, el principal factor inductor de la floración en cítricos es el estrés hídrico, ya que regula la época, la intensidad y la distribución de la floración.

AUBERT y LOSSOIS (1972) indicaron que la floración, brotación y formación de frutos son los cambios más significativos en la fenología de los frutales, siendo éstas las etapas más críticas y sensibles a condiciones ambientales como la sequía, el exceso de humedad y las temperaturas extremas.

2.2.1. Efectos del estrés hídrico sobre el desarrollo vegetativo en cítricos

HIGELMAN (1977), encontró en naranjos Valencia que el efecto de estrés hídrico se manifiesta de forma clara en el crecimiento vegetativo, así mismo, **WIEGAND y SWANSON (1982)**, mencionaron que se puede limitar el desarrollo de la copa controlando el grado del déficit hídrico.

DEL RIVERO (1994), concluyó que la falta de agua da menos vigor a los árboles, y que la defoliación y desecación apical se relacionan con la aportación de agua directa o indirectamente. Uno de los objetivos del RDC en algunos cultivos es evitar que el exceso de vigor afecte la fructificación; reduciendo el riego durante la brotación y el desarrollo de las ramas se limita el crecimiento vegetativo, favoreciendo el abastecimiento de la planta durante el crecimiento del fruto. De igual forma, **GONZÁLES ALTOZANO y CASTEL (2000)**, mostró que se pueden inducir brotaciones fuera de estación, aplicando riego después de un déficit hídrico.

2.2.2. Efectos del estrés hídrico en la intensidad floral, producción y calidad del fruto.

PÉREZ- PÉREZ y otros (2009), hicieron mención que el déficit de agua en verano se utiliza en algunas variedades de especies de cítricos como limonero y lima para inducir la floración fuera de temporada en naranja 'Lane Late' mediante la reducción del aporte hídrico presentaron un retraso en la cosecha sin afectar la producción.

PENG Y RAVE (1998), indicaron que un déficit hídrico moderado durante el llenado y maduración puede ser conveniente para realizar cambios internos en la calidad de la fruta, principalmente aumentando el contenido de sólidos solubles y ácidos.

PRALORAN (1997), afirmó que en Italia se fuerza la capacidad de producción del limonero real para obtener unos frutos llamados "verdelli". La técnica consiste en suprimir los riegos durante los meses de junio y julio, para reanudarlos en agosto, esto induce a los árboles a florear a finales de verano, en los meses de agosto y setiembre.

GINESTAR y CASTEL (1996), determinaron que los periodos fenológicos más sensibles a la reducción de los aportes de agua en Clementina de Nules fueron la floración y la fructificación, lo que afectó significativamente la producción y la calidad del fruto.

GÓMEZ APARISI (1991), mencionó que el control del estado hídrico del suelo induce en los árboles una precocidad en la maduración de los frutos. Los aportes continuos de agua favorecen la homogeneidad de los frutos frente a la heterogeneidad observada en árboles regados con mayores dosis y menor frecuencia.

El estrés sobre la brotación/floración de las yemas también se ha relacionado con el metabolismo del nitrógeno. **LOVATT y otros (1988)** sometiendo plantas de naranjo dulce 'Washington Navel' a un estrés térmico y de limón 'Frost lisbon' a un estrés hídrico demostraron una acumulación de iones amonio en las hojas que se correspondía con un aumento de la floración.

NIR, GOREN y LESHEM (1987), trabajaron con limonero real 'Eureka', determinaron que durante el periodo de stress hídrico, ocurrió la inducción de yemas florales pero la formación de los órganos florales no se produjo hasta la aplicación de los riegos.

MONSELISE y otros (1981), habían detectado una alteración del metabolismo del nitrógeno en hojas de árboles de mandarino Wilking con elevada cosecha en comparación con árboles de escasa cosecha.

MORIN (1980), sugirió que debe estudiarse la posibilidad de atrasar la cosecha mediante el atraso forzado del inicio de la floración de la plantas, suspendiendo los riegos con cierta anterioridad a los meses de mayor floración. Este autor sugiere también estudiar conjuntamente la posibilidad de producir la caída de flores correspondientes a la época de mayor floración, obligando a las plantas a aumentar su producción de flores en los meses posteriores a esta primera floración.

CHANDLER (1962); REUTHER, WEBBER y BATCHELO (1968) citados por **RAZETO y LONGUEIRA, 1987**, concluyeron que en la especie de limonero real (*Citrus limon*), la diferenciación floral en el hemisferio norte se produce a fines de invierno, producto de la detención del crecimiento vegetativo, como consecuencia de las bajas temperaturas.

CHANDLER (1962); REUTHER y otros (1968), indicaron que un déficit hídrico puede causar un efecto similar, determinando también inducción floral en otros periodos, con lo consiguiente fructificación en épocas diferentes.

CHANDLER (1962); RAZETO y LONGUEIRA (1987), determinaron que la presencia de frutos en crecimiento durante el periodo de inducción floral, inhibe la diferenciación posterior. Evaluaron el efecto del stress del agua y la remoción completa de flores y frutos a mitad de verano en la costa central chilena, sobre la intensidad de la floración en otoño. En todos los experimentos realizados por estos autores, tanto el déficit hídrico como la remoción de flores y frutos incrementaron significativamente la floración en otoño. Encontraron también, que el efecto fue mayor cuando ambos tratamientos fueron aplicados simultáneamente.

2.2.3. Riego deficitario controlado (RDC).

VÉLEZ (2011), indicó que el riego deficitario controlado, permite un ahorro de agua que se traduce en menor consumo de energía, disminución de los costos de producción, aumento de la rentabilidad, mayor eficiencia en la utilización del recurso hídrico y disminución de riesgos de contaminación por percolación profunda. En cítricos, se señalan dos periodos críticos: el primero, que abarca desde la floración hasta el cuaje, y en el que el déficit hídrico condiciona el número de frutos y, un segundo periodo de mayor trascendencia que corresponde a la fase de rápido crecimiento del fruto y que determina el tamaño final de los mismos.

Además los cítricos, durante el estrés hídrico, acumulan materia seca que va a facilitar el crecimiento del fruto tras la reanudación del riego.

En cítricos, se señalan dos periodos críticos: el primero, que abarca desde la floración hasta el cuaje, y en el que el déficit hídrico condiciona el número de frutos y, un segundo periodo de mayor trascendencia que corresponde a la fase de rápido crecimiento del fruto y que determina el tamaño final de los mismos.

La reducción del riego durante la brotación y desarrollo de las ramas limitará este proceso, puede atender totalmente al crecimiento del fruto sin limitar el tamaño final.

2.3. REMOCIÓN DE FLORES Y FRUTOS

2.3.1. Raleo de flores

CABRERA y RODRÍGUEZ (2002), indicaron que INIA está realizando trabajos de evaluación de métodos alternativos de raleo, dentro de los cuales está el raleo manual de yemas de flor y el raleo químico de flores. Para tal caso se refirieron al raleo manual de yemas de flor, estructuras florales o raleo de botones florales. Este método de raleo manual de estructuras florales se debe hacer desde que las yema de flor comienzan a ‘hinchar’ hasta el momento antes que las hojas hayan emergido de las yemas vegetativas. Por lo que este método se podrá aplicar hasta el estado de flor abierta, para aquellas variedades que, estando en flor aún no han brotado sus yemas vegetativas.

2.3.2. Raleo de frutos

AGUSTÍ (2003), afirmó que probablemente la mejor forma de controlar la floración y reducir la alternancia de cosecha es a través del raleo de frutos, que presenta mayor efectividad mientras más temprano se realice, en los primeros estados de desarrollo.

También indica que, la disminución del número de frutos en los años de alta producción, puede disminuir la alternancia productiva. El raleo puede realizarse en forma manual, con un alto costo en mano de obra o en forma química. Existen numerosos reportes sobre el uso de raleadores químicos, principalmente de naturaleza hormonal en la producción de cítricos. La eficacia de estos productos es dependiente del momento de aplicación del tipo de regulador utilizado y de la concentración empleada. La mayoría de las sustancias con acción raleadora disponible actualmente son de naturaleza auxínica o liberadores de etileno.

COELHO (1992), mencionó que cuando el raleo es ejecutado, el número de frutos se reduce y la utilización de las reservas nutricionales de la planta llega a ser equilibrada. Lo que permitirá lograr un balance de crecimiento entre el mejor tamaño de fruta esperado, la siguiente producción y las reservas

necesarias a nivel de ramas y sistema radicular, como condicionante del ciclo reproductivo siguiente.

MORÍN (1985), indicó que el problema de la producción alternada es común en muchos frutales, resultando en un exceso de frutos pequeños unos años y lo contrario en otros, lo cual generalmente no es deseable desde ningún punto de vista. Una de las soluciones estudiadas es el raleo manual, pero en muchos lugares resulta demasiado costoso.

CHILDERS (1978), definió al raleo de frutos como en la técnica de quitar porcentaje de la fruta del árbol, antes de que éstos maduren, con la finalidad de aumentar la calidad de los mismos, fundamentalmente tamaño y color, en algunos casos aumentar el contenido de azúcares, y alternancia productiva de las plantas. Bajo condiciones óptimas de cultivo, la mayoría de las especies frutales y en particular algunos cultivares cítricos producen más frutos de los necesarios para obtener una cosecha de calidad, ello conduce a que un alto porcentaje de los frutos debe ser eliminado de la planta.

IWAHORI (1978), afirmó que el raleo de frutos es el método más apropiado para reducir la alternancia productiva en los cultivares cítricos que lo presentan, frente a otras alternativas tecnológicas.

2.3.3. Competencia entre órganos vegetativos y reproductivos.

OTERO (2003), indicó que existen interacciones tempranas entre la floración y el crecimiento vegetativo (brotación de primavera); en definitiva con el crecimiento inicial del fruto.

SYVERTSEN (2003), constató una correlación negativa importante entre el número de frutos en la planta y las brotaciones de verano y otoño, fenómeno que puede llevar a una alternancia de producción significativa como suele suceder en el cultivo de naranjas Valencias o mandarinas Satsumas entre otras.

GOMEZ – CÁDENAS (2000), indicó que existe competencia altamente influenciada por las relaciones hormonales promotores/ inhibidores y por carbohidratos. Del mismo modo, **GUARDIOLA (1992)**; **MEHOUACHI (2000)**, indicaron que la competencia entre órganos vegetativos y reproductivos tiene profundas consecuencias en la producción citrícola de alta calidad,

especialmente en el cuajado y permanencia de los frutos y, en definitiva, en el tamaño final de los mismos.

2.3.4. Competencia entre órganos reproductivos.

AGUSTÍ (2003), indicó que la presencia de fruta en el árbol modifica sensiblemente la floración. El número de frutos de la cosecha precedente afecta la brotación y consecuentemente la floración, de tal manera que existe un gradiente de brotación que disminuye con la productividad y cuanto mayor es ésta, menor es el porcentaje de estructuras florales sin hojas que se forman.

DÍAZ (2002), indicó que la presencia excesiva de frutos en los árboles tiene efecto negativo en la inducción floral debido a la competencia de metabolitos.

AGUSTÍ (1987), mencionó que la competencia entre brotes florales es quizás el primer fenómeno apreciado en el ciclo estival, competencia que afecta el tamaño individual de cada flor y se ha detectado una relación negativa entre el peso individual de los ovarios de las flores y la densidad de floración, los ovarios desarrollados en árboles con menor densidad de flores poseen un mayor número de filas de células, lo que estaría explicando un mayor potencial de permanencia de las flores y en consecuencia del crecimiento del fruto.

MONSELISE (1973), observando el comportamiento del naranjo reportó que ramas con frutos inhiben la producción de flores en yemas laterales. Sin embargo no solo es el efecto del fruto si no también la presencia de semillas que sintetizan las giberelinas que son traslocadas hacia los meristemos manteniéndolos vegetativos.

2.4. INDUCCIÓN FLORAL.

GOLDSCHMIDT y MONSELISE (1972), afirmaron que todas las yemas en Citrus están determinadas a ser florales, pero esa determinación no obliga a su expresión hasta que se levantan los factores inhibidores. Los citrus se consideran auto-inductivos ya que no precisan de un único estímulo indispensable para florecer; a pesar de ello existen diversos factores que

afectan la floración. Los podemos dividir en factores exógenos como temperatura y estrés hídrico, y factores endógenos tales como los aspectos genéticos, juvenilidad, características de las yemas, hormonas, carbohidratos, compuestos nitrogenados y presencia de frutos.

2.4.1. Factores endógenos que participan en la inducción floral.

2.4.1.1. Carbohidratos

DÍAZ (2002), mencionó que los carbohidratos se producen en las hojas como resultado de la fotosíntesis, siendo la fuente de energía para la formación de ramas, frutos y sitios de demanda.

PIMIENTA (1985), indicó que las hojas maduras son necesarias para que ocurra la diferenciación floral.

GOLDSCHMIDT (1982), mencionó que la diferenciación floral en los cítricos y el amarre de fruto se han relacionado directamente con altas concentraciones de carbohidratos presentes en la planta, encontrando correlación positiva entre el número de brotes florales y el nivel de carbohidratos en hojas de naranjo.

2.4.1.2. El Etileno

LOVATT y otros (1988), mencionaron que cuando inicia la floración, el nivel de etileno en la planta se incrementa. El etileno controla el transporte de las auxinas, reduciendo su movimiento de arriba hacia abajo. De esta manera se asegura suficiente cantidad de esta hormona del crecimiento para las flores durante la etapa de la floración. La fuerza del poder para fecundar al óvulo y la capacidad del óvulo para aceptar al polen para una buena fertilización depende de la cantidad de auxinas que contiene la flor.

2.4.1.3. Las Giberelinas (GAs)

CARLSON Y CROVETTI (1990) citado por **ARIZA y otros (2004)**, indicaron que tanto el crecimiento vegetativo como los frutos adheridos al árbol inhiben el proceso de diferenciación floral y fructificación de los cítricos, por un exceso de giberelinas.

AGUSTÍ (2003), indicó que las gibelinas (GAs) son activos promotores de la división celular y su presencia se asocia, por tanto, con el crecimiento. Las Gas. Se sintetizan mayoritariamente en las semillas y éstas tienden a incrementar sus niveles conforme crece el fruto. También indica que el efecto inhibidor del ácido giberélico sobre la floración y el papel central del fruto sobre el control de ésta, hizo posible desarrollar la idea de que son las giberelinas endógenas, producidas en este caso por el fruto, el factor de control de la floración en los agrios.

GOLDSCHMIDT Y MONSELISE (1968) citado por **MORÍN (1985)** indicaron que las gibelinas son un factor antagónico a la formación de yemas florales en cítricos.

2.5. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA EN CÍTRICOS

2.5.1. Cuajado de frutos

AGUSTÍ (2003), indica que el cuajado del fruto se halla determinado por numerosos factores de origen exógeno y endógeno. Entre los primeros, los factores climáticos y culturales son los más relevantes. Entre los segundos se encuentran los factores genéticos, nutritivos y hormonales.

TALÓN y otros (2000), mencionan que en este período se identifican dos ondas de caída importantes, que frecuentemente se solapan, alcanzando su máxima tasa de abscisión: al comienzo de fase I (entre 3 y 4 semanas post antesis) y hacia el final de fase I y transición a fase II, entre 6 y 7 semanas pos antesis. También hace mención que la posibilidad de cuajar de un fruto se determina por distintos mecanismos de control, tanto endógenos (relativo a balances nutricionales y hormonales de la planta) como exógenos (fundamentalmente factores climáticos).

TALÓN (1997), hizo mención que en esta fase se observa una abscisión masiva de flores y frutos, que comienza en floración y se extiende durante varias semanas hasta el fin de la caída fisiológica. También indicó que los frutos cítricos presentan tres fases de crecimiento y desarrollo. La fase I, donde los frutos crecen por división celular, puede durar entre dos y tres meses, dependiendo de la variedad y el año. La fase II, es la etapa de crecimiento rápido del fruto, en la cual el fruto crece principalmente por

elongación celular y la fase III, donde el crecimiento se detiene y el fruto madura. El cuajado coincide con la fase I y finaliza con la transición a la fase II.

GILLASPY y otros (1993), indicó que el cuajado comprende una serie de eventos a nivel celular y de desarrollo, y en sentido amplio, involucra el desarrollo del ovario y la decisión de abortar o continuar con el desarrollo del fruto.

2.5.1.1. Factores endógenos que regulan el cuajado

AGUSTÍ y otros (2003), indicaron que los principales reguladores endógenos de este proceso, dependen de las características varietales y de factores nutricionales y hormonales en referencia a la disponibilidad de carbohidratos en la planta y a la capacidad competitiva por nutrientes y agua de esos frutos, respectivamente.

AGUSTÍ (2003), menciona que no es el número de flores lo que limita la cosecha sino su capacidad de cuajado y de persistencia en la planta, lo que depende críticamente de la velocidad de crecimiento del fruto; de hecho, se ha demostrado una relación inversa entre la tasa de crecimiento de los ovarios y el porcentaje de los que se desprenden del árbol. Todos aquellos factores que estimulan el crecimiento inicial del ovario contribuyen, por tanto, a mejorar el cuajado. Del mismo modo mencionó que, la presencia de hojas se ha mostrado como un factor importante del cuajado. Así la defoliación de brotes mixtos reduce en un 75% el porcentaje de cuajado en éstos cuando se comparan con brotes sin defoliar. La importancia de las hojas en este proceso se basa en su capacidad para sintetizar y exportar metabolitos al fruto en desarrollo. Mientras tiene lugar el desarrollo del brote, sus hojas actúan como sumidero y reclaman metabolitos de otras partes de la planta; pero a medida que éstas maduran, se convierten en órganos de síntesis y son capaces de conferir al brote un cierto grado de autosuficiencia en lo que al desarrollo de los frutos respecta, en clara ventaja a los situados en brotes sin hojas. Indica también que, la disponibilidad por elementos minerales se presenta crítica en la época de floración y cuajado, y su demanda debe ser convenientemente satisfecha. Ello es consecuencia del importante

consumo que en dicha época conlleva el desarrollo de la brotación y la floración y en la que las reservas en hojas alcanzan los valores mínimos.

AMOROS (1999), indica que a una mayor floración existe un menor cuajado, debido, entre otros factores, a la competencia que se establece por los nutrientes, teniendo mayores posibilidades de cuajado las flores que estén en mejor disposición en la planta (flores campaneras y las que se encuentran situadas en brotaciones con hojas). El número de frutos finalmente cosechados raramente supera el 5% de las flores inicialmente formadas, siendo valores de 0.5% y aún inferiores, normales en algunos casos. Por tanto el cuajado, entre otros, estará relacionado por: Tipo de floración y disposición de las flores, tipo de fertilización, el riego, el tipo de poda, la climatología, los estados carenciales o deficitarios de elementos menores o microelementos.

BUSTAN y GOLDSCHMIDT (1998), mencionaron que el costo energético diario de la floración puede exceder inclusive la producción diaria de carbohidratos por las hojas.

GUARDIOLA (1992); TALÓN y otros (1999), MEHOUACHI y otros (2000), concluyeron que en una primera etapa, el éxito en el cuajado de frutos se ha relacionado más a aspectos hormonales, fundamentalmente a los niveles endógenos de giberelinas activas en ovarios en desarrollo, constatándose una relación alta entre éstas y el cuajado de diferentes variedades de citrus. Mientras que **GOLDSCHMIDT y MONSELISE (1977); GUARDIOLA (1988); RUIZ y otros (2001)**, afirmaron que en una segunda etapa, el cuajado de frutos depende, fundamentalmente, de la disponibilidad de carbohidratos, a través de un mecanismo autorregulado, que ajusta el número de frutos a la capacidad del árbol de suministrar metabolitos y agua a las estructuras en desarrollo.

2.5.1.2. Factores exógenos que regulan el cuajado

AGUSTÍ (2003) mencionó que el cuajado se ha relacionado con la temperatura al igual que para otras fases del desarrollo, es difícil establecer el efecto que la temperatura tiene sobre el cuajado, salvo para valores extremos. Temperaturas entre 15°C y 20°C se han mostrado

como las más favorables para una fecundación adecuada, mientras que temperaturas inferiores a 13°C dificultan el desarrollo del tubo polínico. Indica también que en los diversos experimentos realizados para estimular el cuajado del fruto mediante el rayado. Dicho estímulo se explica en base a los cambios en el nivel de carbohidratos, elementos minerales y giberelinas que el tratamiento provoca por encima de la zona de rayado, lo que de algún modo refuerza el papel fuente de metabolitos de las hojas y asegura la persistencia del fruto en el árbol en sus primeras fases de desarrollo.

BOWER (2000); ERNER (2000), mencionaron que cualquier cambio en las condiciones ambientales que afecte el óptimo de la tasa de crecimiento de una planta puede ser considerado como un estrés.

TALÓN y otros (1999), indicaron que los factores exógenos que determinan este proceso son temperatura y radiación y/o régimen hídrico.

SALISBURY y ROSS (1994), hicieron mención que las condiciones de alta temperatura y radiación, así como un déficit hídrico en este período, promoverían la abscisión de frutos.

2.5.2. FACTORES EN LA FRUCTIFICACIÓN DE CÍTRICOS

2.5.2.1. Factores exógenos en la fructificación de cítricos

DAVIES Y ALBRIGO (1994) indica que la caída fisiológica suele ser más severa donde las temperaturas de las hojas pueden alcanzar los 35- 40°C y donde la escasez de agua crea problemas; una hipótesis es que las altas temperaturas y la acusada falta de agua ocasionan el cierre de los estomas con la consiguiente disminución en la asimilación de CO². Entonces hay abscisión de los frutos, porque éstos mantienen un equilibrio de carbono negativo.

2.5.2.2. Factores endógenos en la fructificación de cítricos

DAVIES Y ALBRIGO (1994) mencionan que la caída fisiológica es un desorden probablemente relacionado con la competencia entre los frutitos por los carbohidratos, agua, hormonas y otros metabolitos.

MOSS y otros (1972), AGUSTÍ y ALMELA (1984) citado por **AMOROS (1999)**, indicaron que el tipo de inflorescencia en la que se ha desarrollado el fruto tiene influencia en el tamaño final, ya que las hojas estimulan este desarrollo. Durante el crecimiento de las hojas, éstas actúan como sumidero y paralelamente a su transición a hojas maduras alcanza la función de fuente de carbohidratos. También mencionó que cuando caen los primeros frutos recién formados, es el momento en que las hojas jóvenes comienzan a abastecer al fruto de carbohidratos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

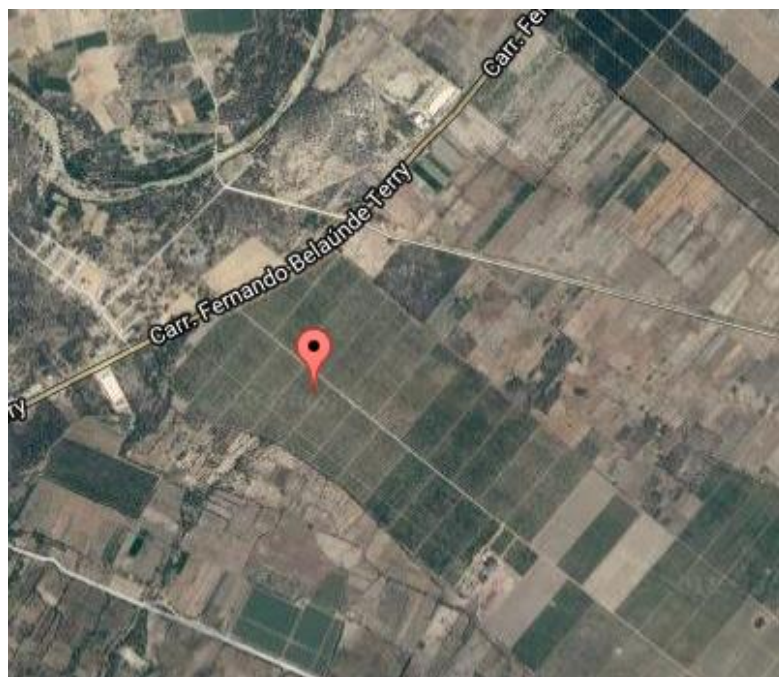
3.1.1. Ubicación.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo “San Pedro”- Agroindustrias AIB S.A - JAYANCA, dentro de los meses de MAYO a OCTUBRE del 2015.

FUNDO “SAN PEDRO”:

a. **Localización:** Pueblo Joven Cahuide, distrito de Jayanca; en la antigua Panamericana Norte Km 820.

- **Latitud:** 6° 22' 32.2638''
- **Longitud:** 79°47' 32.949''



3.1.2. Características físico- químicas del suelo.

Se determinaron las características físico químicas del suelo en toda la parcela de investigación.

Previo reconocimiento del lugar se tomaron cuatro muestras al azar para la formación de una muestra compuesta homogénea.

Los análisis se efectuaron en el laboratorio de CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A. (CERPER), ubicado en la ciudad de Lima.

El muestreo se realizó a una profundidad de 60 cm, lugar donde se encuentra la mayor parte de raicillas del cultivo.

Los Métodos que se utilizaron para los análisis fueron:

Análisis Mecánico	: Método de Bouyocuos.
Textura	: Método de Triángulo Textural
. pH	: Potenciómetro (Extracto de saturación).
. M.O. (%)	: Método Walkley-Black.
. N. (disponible)	: Método de Kjeldahl
. P. (disponible)	: Método Olsen Modificado.
. K. (disponible)	: Método de Olsen Extracción con Acetato Amónico.
. C.E. (dS/m)	: Conductómetro (Extracto de saturación).

Cuadro N° 01. Análisis de suelo experimental, Jayanca, 2015.



PROTOCOLO CERPER

Solicitante	Agroindustrias AIB S.A	Procedencia:	Fundo San Pedro-Jayanca
Domicilio Legal		Cultivo :	Limon
Identificado con H/S	16001405	Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental

SUELO

MUESTRA	pH	°C.E (ds/m)	P Disponible mg/kg	K Disponible mg/kg	ANÁLISIS TEXTURAL				CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO meq/100g							M.O. %	CO ₂ Ca %	ELEMENTOS DISPONIBLES mg/kg							
					%ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	SUMA DE CATIONES	C.I.C.			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ =	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Muestra Compuesta	8.37	5.59	12.15	181.00	68	20	12	Franco Arenoso	9.48	4.13	0.84	0.41	<0.01	14.84	14.84	0.53	2.74	804.70	284.20	719.10	0.73	0.83	6.61	1.10	0.32

(**) Pasta Saturada

(*) Relacion 1:2.5

Interpretación de análisis

El tipo de suelo en el que se desarrolló el trabajo de investigación es de tipo **FRANCO ARENOSO**, con un 68% de Arena, 20% de Limo y 12% de Arcilla.

Con un valor de 8.37 de pH, estamos frente a un suelo **BÁSICO**, en estos suelos, el complejo de cambio está saturado, y contiene excesos de calcio, que impiden que otros elementos como el Hierro, sean absorbidos por la planta.

En cuanto a la Conductividad eléctrica, el valor de 5.59 dS/m es un indicador de la **elevada salinidad** del suelo.

El porcentaje de M.O es 0.53%, lo que indica que es un **suelo bajo**.

El porcentaje de CO_3Ca_2 es de 2.74%, lo que indica que el % de carbonatos está en un **nivel bajo**.

El porcentaje de CIC es de 14.84 me/100g, está en un **nivel medio** de intercambio de cationes.

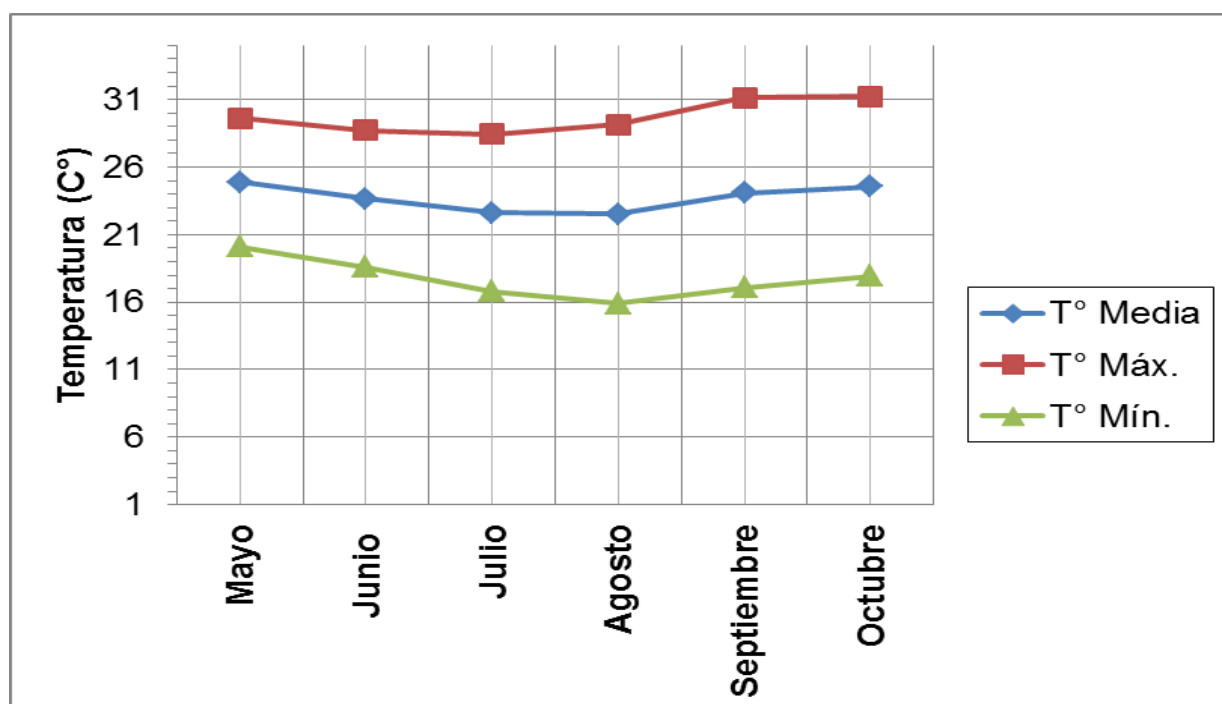
3.1.3. Datos meteorológicos

Cuadro N° 02. Valores climáticos en el Distrito de Motupe, Lambayeque; Mayo del 2015 a Octubre del 2015.

Mes	Temperatura			Humedad (%)	Precipitación (mm)
	T° Máx.	T° Mín.	T° Media		
Mayo	29.6	20.1	24.88	76.2	0.1
Junio	28.7	18.6	23.66	76.3	0.01
Julio	28.4	16.8	22.62	74.3	0.01
Agosto	29.1	15.9	22.52	72.0	0.01
Septiembre	31.1	17.1	24.10	68.3	0
Octubre	31.2	17.9	24.57	68.2	0.02

Fuente: SENAMHI – Motupe 2015

Gráfico N° 01. Valores climáticos en el Distrito de Motupe, Lambayeque; Mayo del 2015 a Octubre del 2015.



Jayanca presenta un clima tropical árido, la temperatura oscila entre los 15.5°C a 31 °C lo que facilita el desarrollo de diversos cultivos en cualquier época del año.

Los valores de temperatura, precipitación y humedad relativa fueron obtenidos de la estación metereológica cercana al sitio de trabajo. Los datos fueron proporcionados por el SENAMHI Motupe (Cuadro N° 02).

REQUERIMIENTO DEL CULTIVO

A. Temperatura: Rango 13-35°C, siendo la óptima 23-30°C. Por debajo de los 13°C no existe crecimiento (**BARADAS, 1994**). Rango 10-36°C. El óptimo para crecimiento y desarrollo está entre 23 y 26°C. La temperatura límite para actividad vegetativa es 12.8°C (**BENACCHIO, 1982**).

B. Humedad relativa: Atmósferas secas acompañadas de altas temperaturas son muy dañinas, sobre todo para frutos jóvenes y hojas (**BARADAS, 1994**). Prefiere una humedad atmosférica relativamente alta

(BENACCHIO, 1982). Le es favorable una humedad relativa de 75 al 82% en época lluviosa y de 27 a 32% en diciembre. El rendimiento disminuye a menores humedades ambientales (TEJACAL y otros, 2011).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

Para este trabajo de investigación, se utilizó la especie Limonero Sutil de 5 años de edad injertado sobre patrón 'Limonero Rugoso'.

3.2.1. Características limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing).

Citrus aurantifolia (Christm.) Swing., o también llamado como Limonero sutil o lima ácida, está incluida dentro de la subfamilia *Aurantioideas*.

La subfamilia de las *Aurantioideas* pertenece a la familia de las *Rutáceas*, del suborden de las *Geraniineas*, del orden de las *Geraniales*. A su vez este orden pertenece a la subclase de las *Arquiclamídeas*, de la clase de las *Dicotiledóneas*, la cual está incluida dentro de la subdivisión de las *Angiospermas*, de la división de las *Traqueotofitas*.

De la subfamilia de las *Aurantioideas*, el limonero sutil, se encuentra dentro de tribu *Citreae*, subtribu *Citrinae*.

Continuando con la clasificación taxonómica, el limón sutil, pertenece al género *Citrus*, subgénero *Citrus*.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL LIMONERO SUTIL <i>Citrus aurantifolia</i> Swing.	
PLANTA	Árbol mediano a pequeño con ramificación irregular. Brotes con espinas cortas y muy agudas.
HOJAS	Lámina elíptica a ovada a oblonga, ápice obtuso, base redondeada, márgenes usualmente crenados. Pecíolos cortos, ligeramente alados.

FLORES	Yemas pequeñas y blancas en el interior. Flores en racimos axilares de 2 a 7 flores. Pétalos blancos. Estambres en número de 20 a 25.
FRUTOS	Frutos pequeños, ovalados a subglobosos, usualmente con un pequeño mamelón en el lado estilar. Pericarpio delgado, usualmente de superficie lisa, de color amarillo verdoso. Endocarpio con 9 a 12 segmentos, de sabor ácido o ligeramente dulce.
SEMILLAS	Pocas o ninguna semilla y de pequeño tamaño. Poliembriónicas o monoembriónicas.
RESISTENCIA A CONDICIONES ADVERSAS	Muy sensible a las bajas temperaturas. Susceptible a tristeza.

3.2.2. Patrón o Porta injerto.

Limonero Rugoso

Es un patrón muy vigoroso, que da lugar a árboles de gran tamaño, recomendado para suelos profundos, arenosos y bien drenados, sus raíces se hallan uniformemente distribuidas desde la superficie del suelos hasta 1.50 m penetrando de 4 a 5 m después de los 15 años.





La presencia de un sistema radicular tan bien desarrollado le permite tener elevada tolerancia a la sequía (**HORANIC Y GARDNERD, 1959**).

El número de semillas por fruto varía de 15 a 20, siendo el porcentaje de poliembronía mayor de 95%; esta última característica hace que las plantas obtenidas sean altamente uniformes.

Se encontró que la tolerancia del limón Rugoso a la sal, era moderada (**COOPER, 1951**).

Es susceptible a la “gomosis”, Psorosis, Alternaria sp., Xyloporosis y a la agalla leñosa. Por otro lado, es tolerante al virus dela Tristeza y Exocortis.

3.2.3. Fenología en el cultivo de limón sutil.

FENOLOGÍA DE CULTIVO DE LIMÓN SUTIL (<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle)		
MES	ETAPA FENOLÓGICA	IMAGEN
NOVIEMBRE	COSECHA	
DICIEMBRE		
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL	BROTACIÓN	
MAYO		
JUNIO	APERTURA FLORAL - CUAJADO	
JULIO		
AGOSTO	CUAJADO - LLENADO DE FRUTO	
SEPTIEMBRE		
OCTUBRE		

Fuente: Agroindustrias AIB

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En este trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones por tratamiento. El modelo lineal aditivo para el presente diseño experimental es el siguiente. (STEEL y TORRIE, 1985)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ = Es la media general del experimento.

τ_i = Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento

β_j = Es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo genotipo en el j-ésimo bloque.

Para la comparación de medias se empleó la prueba discriminatoria Duncan al 5% de probabilidad.

3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.4.1. Tratamientos.

En el presente trabajo experimental se utilizaron ocho tratamientos:

- **T1:** testigo
- **T2:** solo remoción de flores y frutos
- **T3:** 15 días de déficit hídrico
- **T4:** 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos
- **T5:** 30 días de déficit hídrico
- **T6:** 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos
- **T7:** 45 días de déficit hídrico
- **T8:** 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos

Cuadro N° 03. Tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	REMOCIÓN DE FLORES Y FRUTOS	DÍAS DE AGOSTE
1	No	No
2	Sí	No
3	No	15 días
4	Si	15 días
5	No	30 días
6	Si	30 días
7	No	45 días
8	Si	45 días

3.4.2. Diseño experimental.

El trabajo de investigación fue instalado bajo el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres repeticiones. Las características del área experimental fueron:

Bloques:

- **Número de bloques:** 3
- **Número de hileras por bloque:** 1
- **Número de tratamientos por bloque:** 8
- **Largo de bloque:** 150 m.
- **Ancho de bloque:** 8 m.
- **Área del bloque:** 1200 m²

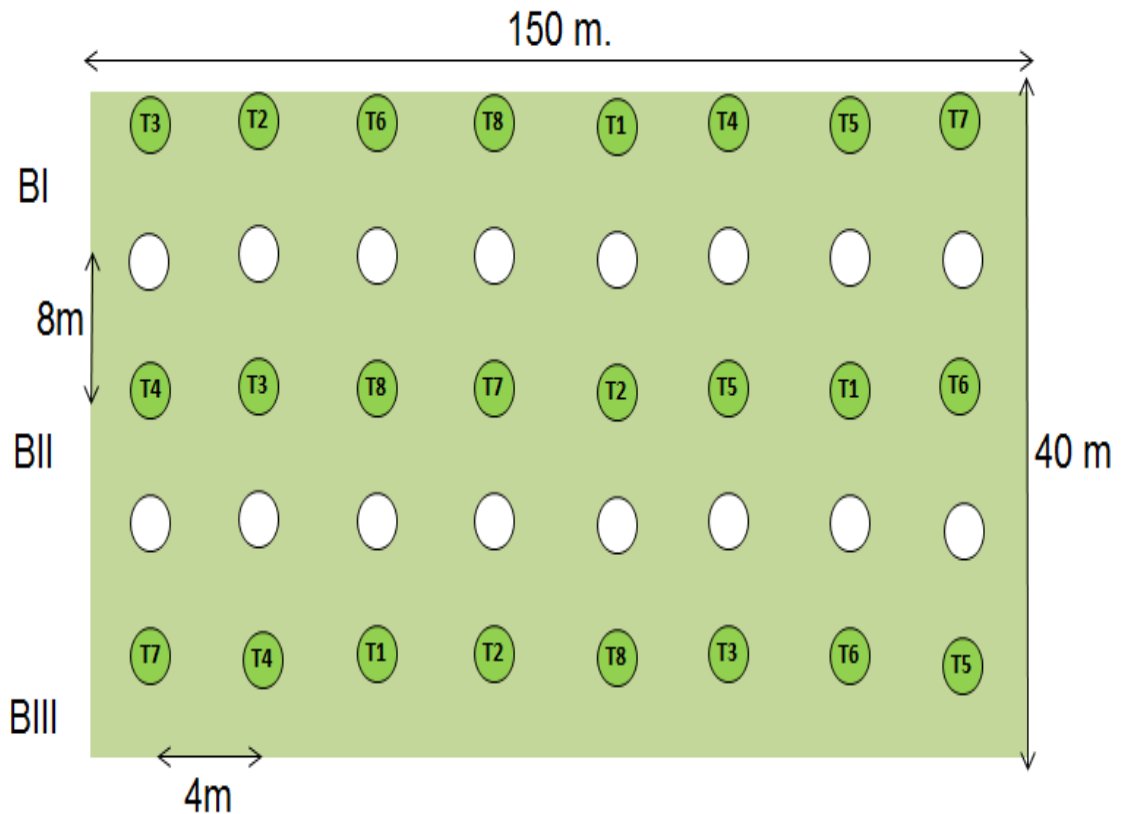
Parcela:

- **Distanciamiento entre plantas:** 4 m.
- **Distanciamiento entre hileras:** 8 m.
- **Área de la parcela (área/ árbol):** 32 m².

Resumen:

- **Área Neta:** 768 m².
- **Área Total:** 6000 m².

Croquis del Campo Experimental.



3.5. EJECUCIÓN EXPERIMENTAL

3.5.1. Selección de árboles.

El experimento se inició seleccionando una parcela representativa de un lote en producción. Se seleccionaron tres hileras o repeticiones, en las cuales tomamos ocho plantas por cada una.

Para la selección de los árboles, se consideró tener uniformidad en la altura de planta, volumen de copa y edad; así mismo sean plantas sanas y sin ningún efecto de estrés, los árboles que no cumplieran con estas características, se descartaban. Por la edad de planta (cinco años) y volumen de la copa se determinó dejar entre repeticiones una hilera.

3.5.2. Agoste y remoción de flores y frutos.

Agoste.-

De las ocho plantas seleccionadas para cada repetición, seis fueron tratadas con agoste.

Para cortar el riego en las plantas seleccionadas, se obstruyeron los goteros de la cinta de riego con ayuda de un tapón, de tal manera que las plantas tratadas, no consuman agua por un periodo determinado.

Remoción de flores y frutos.-

De las ocho plantas seleccionadas para cada repetición, cuatro fueron tratadas con remoción de flores y frutos.

La remoción de flores y frutos fue manual, consistió en eliminar todas las inflorescencias, frutos en desarrollo y frutos por cosechar de cada planta seleccionada.

Esta labor se realizó con la finalidad de reducir el número de frutos para que la utilización de las reservas nutricionales de la planta llegue a ser equilibrada (COELHO, 1992). Lo que permitirá lograr un balance de crecimiento entre el mejor tamaño de fruta esperado, las brotaciones (siguiente producción) y las reservas necesarias a nivel de ramas y sistema radicular.

3.5.3. Riego.

El lote en donde se ejecutó la investigación cuenta con sistema de riego por goteo; ubicándose dos mangueras por hilera, a 35 cm del tallo.

El distanciamiento entre goteros es de 40 cm y su descarga de agua es de 1 l/hr. Bajo las características de la manguera y de acuerdo al marco de plantación, el módulo de riego es de 6.25 m³/ha/hr.

La parcela experimental se regó en dos turnos de 1.5 horas cada uno.

Al iniciar el periodo de agoste se anularon los goteros para las plantas seleccionadas; el número de días sin riego para los tratamientos, va de los 15 a 45 días. Pasado ese tiempo, se procedió a dar un riego pesado de 20 hrs; es decir se regó con un volumen de 125 m³/ha; con el fin de inducir el brotamiento y floración. Posteriormente se regó a diario, manteniendo el número de horas de riego inicial. Cada tratamiento se regó con el mismo módulo.

3.5.4. Fertilización.

La fertilización en el lote experimental se realizó a través del sistema de riego, para ello se utilizó fertilizante líquido.

Agroindustrias AIB S.A. trabajó con una formulación de cítricos elaborada por YARA, formulación que sólo la empresa posee.

Después de realizar el riego pesado en la parcela experimental, se continuó con la fertilización; la cual se realizó cuatro días a la semana.

Cuadro N° 04. Aplicación de nutrientes y fertilizantes por hectárea.

A. Nutrientes

Nutriente (kg/ha)	CAMPAÑA (kg/ha)	MENSUAL (kg/ha)	CUAJADO/POST CUAJADO DE FRUTO
N	294	25. 2	100.8
P ₂ O ₅	112	9.8	39. 2
K ₂ O	378	32. 2	128.8
CaO	98	8.4	33.6

B. Fertilizante.

Macros Limón, es utilizado única y exclusivamente por la empresa Agroindustrias AIB; es elaborado y distribuido por **FELIPE** (Fertilizantes Líquidos del Perú).

Este fertilizante líquido cuenta con una densidad de 1.24 gr/cc (a 20 °C).

Es una solución 100% soluble, con un pH de 1.31.

Ley del fertilizante.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
12.46	4.76	16.07	4.06

Consumo por campaña.

FERTILIZANTE	CAMPAÑA (l/ ha)	CUAJADO/PORT CUAJADO DE FRUTO
AIB LIMÓN MACROS	2350	785

3.5.5. Control de malezas.

En el área determinada para la ejecución del proyecto se eliminaron las malezas con ayuda de una palana, con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua y luz entre estas y el cultivo. Una vez instalado el trabajo de investigación, se desarrollaron malezas principalmente sobre el la línea de manguera, las cuales fueron controladas con la aplicación de glifosato a una dosis 0.75% cuidando siempre de no dejar caer el producto herbicida al tallo del limón.

El control se realizó en tres oportunidades, la primera a los 30 días, el segundo a los 60 días después de la primera aplicación y la última aplicación a los 60 días de la segunda aplicación.

Para la aplicación se utilizó una mochila de 20 litros de capacidad, las malezas predominantes fueron: rabo de zorro (*Setaria verticillata*), coquito (*Cyperus rotundus*), grama dulce (*Cynodon dactylon*).

3.5.6. Poda.

La poda que se realizó fue:

PODA DE LIMPIEZA O SANIDAD:

Se realizó un mes antes de la ejecución de la investigación; esta labor consistió en eliminar ramas enfermas, secas, atacadas por insectos, eliminación de mamones, con el fin de evitar la presencia, propagación y posterior daño de plagas y enfermedades en la planta.

3.5.7. Aplicación fitosanitaria.

A. Plagas

En el cultivo de limón existen muchas plagas, cada una de ellas afectan en diferentes etapas fenológicas, pero las principales son: Minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*), pulgón (*Aphis spiraecola*, *Aphis citricidus*, *Toxoptera aurantii*), ácaros (*Phyllocoptruta oleivora*, *Polyphagotarsonemus latus*, *Panonychus citri*) y queresas (*Pinnaspis aspiditiae*, *Lepidosaphes beckii*, *Selenaspidus articulatus*, *Icerya purchasi*, *Coccus viridis*, *Saissetia oleae*).

Para el control de pulgón, arañita roja y queresas, se realizaron lavados a presión con detergente agrícola.

Para el control de queresas y minador de los cítricos, se realizaron pulverizaciones de Imidacloprid con aceite agrícola.

Y para el control de ácaro del tostado e hialino, aplicaciones de Azufre PS y Abamectina.

Con respecto al control cultural, se eliminaron las malezas que puedan hospedar dichas plagas.

Para el caso de mosca de la fruta, que no es una plaga principal en el cultivo, pero que sin embargo se monitorea la población de esta, se realizan trampas pegantes con feromonas y trampas con proteína hidrolizada, ubicándolas en el tercio medio de la copa del árbol.

B. Enfermedades

Las enfermedades principales que afectan en el cultivo de limón es Gomosis (*Phytophthora citrophthora*), Botrytis (*Botrytis cinerea*), Alternaria (*Alternaria citri*) y Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*); para ello se realizan pulverizaciones preventivas con Azoxistrobin más Difenconazole.

Para la prevención de gomosis, se desinfectó las herramientas, con cloro al 5% y aplicación de hidróxido de cobre a la herida.

3.5.8. Cosecha.

La época de cosecha se determinó considerando el diámetro ecuatorial del fruto, apropiado para su empaque.

Esta labor se ejecutó aproximadamente a los 130 días y el diámetro permitido va desde los 38 mm hasta > 41 mm.

A. Cosecha limón fresco

Esta labor se realizó de manera manual; utilizando un calibrador o vernier para no cosechar frutas de menor diámetro al indicado.

La fruta se acopio en jabas de 21 kg; solamente se cosechó fruta de calidad extra , primera y segunda categoría.

La muestra para el análisis estuvo formada por 10 frutos tomados al azar de cada tratamiento.

La producción obtenida fue trasladada a la Planta industrial de Agroindustrias AIB para su selección y empaque en cajas de madera de 20 Kg; el destino final de la producción fue en Lima (Mercado Santa Anita).

B. Cosecha limón industrial

La recolección de frutos sobremaduros , al igual que en el limón fresco, fue manual; pero su recolección se realizó en sacos de 50 kg.

Esta materia prima, se trasladó a la Planta industrial de Agroindustrias AIB para la obtención de aceite, cáscara deshidratada y jugo de limón concentrado; estos subproductos son comercializados al exterior del país.

3.6. EVALUACIONES.

Las evaluaciones iniciaron a los 15 días después del riego pesado, para cada tratamiento.

Se consideró realizar las evaluaciones en una cuarta parte de la copa del árbol, por lo que cada dato obtenido en la evaluación, se multiplicaría por cuatro.

3.6.1. Número de inflorescencias.

Para realizar esta evaluación se seleccionó un cuadrante de la copa, se contó el número de inflorescencias y se multiplicó por cuatro, para obtener un cálculo aproximado del total de inflorescencias por árbol.

El promedio de tres UE (repeticiones) indican los resultados por tratamiento. Esta evaluación se realizó hasta tres meses después del riego pesado.

3.6.2. Cuajado de frutos.

Este parámetro se evaluó con la misma metodología que la anterior evaluación, para ello se realizaba el conteo de frutos cuajados.

Este parámetro se evaluó a los 30, 75 y 90 días después de la primera evaluación de intensidad floral.

Este resultado se expresó en %, y obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{CUAJADO} = \frac{N^{\circ} \text{ de frutos cuajados}}{N^{\circ} \text{ total de flores de un cuadrante}} \times 100$$

3.6.3. Rendimiento (kg/árbol).

La cosecha se realizó a los 130 días aproximadamente después del riego pesado.

En esta evaluación se registró el número de jabas de Limón fresco y número de sacos de Limón Industrial; se pesaron individualmente cada árbol por tratamiento.

3.6.4. Rendimiento (tm/ha).

El rendimiento total fue calculado multiplicando el peso promedio pro planta en cada unidad experimental por el número de plantas por una hectárea (313 plantas /ha).

Los distanciamientos fueron de ocho metros de ancho por cuatro metros entre plantas.

3.6.5. Calidad de fruto.

Para la evaluación de calidad externa e interna del fruto, se recolectaron muestras al momento de cosecha, se codificó cada muestra y fruto para ser evaluados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pedro Ruiz Gallo.

3.6.5.1. Peso Promedio de Fruto (g.)

Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha, tomando diez frutos al azar por planta; cada fruto se identificó y se registró el peso de cada uno expresado en gramos.

3.6.5.2. Tamaño Promedio de Fruto (diámetro en mm)

Con ayuda de un Vernier, se midió el diámetro ecuatorial de cada uno de los frutos, tomando en cuenta la codificación anterior. Ésta evaluación fue expresada en milímetros.

Esta evaluación nos permitió conocer la uniformidad de frutos.

3.6.5.3. Sólidos Solubles Totales (%)

Para conocer el contenido de sólidos Solubles Totales, se seleccionaron cinco limones al azar de las muestras tomadas por árbol, se cortaron y con ayuda de un refractómetro se ejecutó la lectura.

3.6.5.4. pH

Después de realizar el análisis de sólidos solubles totales; se realizó el análisis de pH; con ayuda de un pH-metro se evaluó cada muestra.

3.6.5.5. Contenido de jugo (%)

La evaluación se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica. Para su determinación se extrajo todo el jugo del fruto con la ayuda de un exprimidor, se pesó y se llevó a porcentaje del peso total del fruto.

3.6.5.6. Porcentaje de Acidez.

Para su determinación se realizó la titulación del ácido cítrico, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Para la determinación de este parámetro se hizo por titulación donde se tomó 10 ml de jugo de limón, se enrazó a 100 ml con agua destilada y se agregó 5 gotas de fenolftaleína, la bureta se llenó con NaOH 0.1 N, la cual al caer sobre la probeta cambió a un color lila, lo que indicó el grado de acidez.

Las lecturas que se tomaron fueron del gasto de NaOH 0.1 N, para luego aplicar la fórmula:

$$\% \text{ Acidez} = \text{Gasto de NaOH 0.1 N} \times 0.064$$

Dirección General de Normas 1976

0.064: Factor para el ácido cítrico.

Y así se obtuvo el porcentaje de contenido de acidez de cada muestra.

3.6.6. Calidad comercial.

Considerando la calidad externa (forma, color, grosor de cáscara) y el diámetro promedio del fruto, se clasificó porcentualmente en Extra, Primera y Segunda calidad.

Cuadro N° 05. Descripción de calidades de limón fresco.

Calidad	Calibre (mm)	Características	Tolerancias A	Tolerancias B
EXTRA	> 41 mm	Intenso y uniforme color verde.	Pequeñas variaciones de color.	Presentar hasta un máximo de 3 defectos leves y uno mayor en la cáscara. Puede presentar variaciones grandes relacionadas a la homogeneidad de color y tamaño.
I	38.1 - 40 mm	Intenso y uniforme color verde	Pequeñas variaciones de color.	Presentar hasta un máximo de 3 defectos leves y uno mayor en la cáscara. Puede presentar variaciones grandes relacionadas a la homogeneidad de color y tamaño.
II	36 - 38 mm	Intenso y uniforme color verde	Pequeñas variaciones de color.	Presentar hasta un máximo de 3 defectos leves y uno mayor en la cáscara. Puede presentar variaciones grandes relacionadas a la homogeneidad de color y tamaño.

Fuente. Elaborado por la Empresa Agroindustrias AIB S.A.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limoneros sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=102.29^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al número de inflorescencias presentes en el árbol. Con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor número de inflorescencias por árbol de limonero sutil (925.3 inflorescencias por árbol), superando estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 06, 07; Gráfico 02) incluyendo al testigo, con el cuál sólo se obtuvieron 228.7 inflorescencias; resultados similares fueron obtenidos por el segundo tratamiento (190.33 inflorescencias por árbol); estos resultados concuerdan con **NIR, GOREN Y LESHEM (1972)**, quienes trabajaron con limonero real 'Eureka', determinando que durante un periodo de estrés hídrico, ocurre la inducción de yemas florales, pero la formación de los órganos florales no se produce hasta que reinician los riego; **BORROTO y otros (1981)**; demostraron que someter a los cítricos a la ausencia de humedad por 30 a 45 días se promueve la floración a los 10 días posteriores al primer riego. Así mismo, la presencia de frutos en crecimiento durante el periodo de inducción floral, inhibe la diferenciación posterior, **CHANDLER (1962)**.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por **RAZETO y LONGUEIRA (1987)** en su trabajo de investigación, Inducción de floración otoñal en limonero real (*Citrus limón Burm.*) Mediante déficit hídrico y remoción de frutos; demostraron que en los árboles sometidos a déficit hídrico, fueron 3.6 veces superior que en los árboles testigos, sin embargo no aumentó el número de flores por racimo floral. La eliminación de flores y frutos durante el periodo de sequía aumento en 2.4 veces el efecto anterior.

Este efecto de estrés generado por el déficit hídrico sobre la brotación y floración de las yemas también se ha relacionado con el metabolismo del

nitrógeno, **LOVATT y otros (1988)**; sometiendo plantas de limón 'Frost lisbon' a un estrés hídrico demostraron una acumulación de iones amonio en las hojas que se correspondía con un aumento de la floración.

MONSELISE y otros (1981); habían detectado una alteración del metabolismo del nitrógeno en hojas de árboles de mandarino 'Wilking' con elevada cosecha en comparación con árboles de escasa cosecha.

En cuanto al raleo de frutos, **MARTÍNEZ (2010)**; demostró en naranjo dulce 'Washington Navel' que el fruto inhibe la floración a partir del momento en que alcanza su máximo tamaño a través de un proceso de reducción del número de nudos que brotan y del número de yemas brotadas por nudo, esto ocurrido por la presencia de giberelina en las semillas, **LUCKWILL (1974)**; **HOAD (1978)** las cuales son traslocadas hacia los meristemos manteniéndolos vegetativos. La eliminación de los frutos modificó el contenido foliar en azúcares solubles en las ramas a las que se les eliminó el fruto; la concentración foliar de carbohidratos disminuyó inmediatamente dado que el principal sumidero de los mismo había desaparecido. Pero en el momento de la brotación no se observó ninguna diferencia significativa en la concentración foliar de carbohidratos por efecto de la presencia del fruto, por tanto, la acción de los carbohidratos sobre la floración resulta irrelevante, como se ha demostrado para otras especies y cultivares del género Citrus, **GARCÍA-LUIS y otros (1988)**; **LOVATT y otros (1988)**.

El coeficiente de variabilidad fue de 9.61%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA Y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

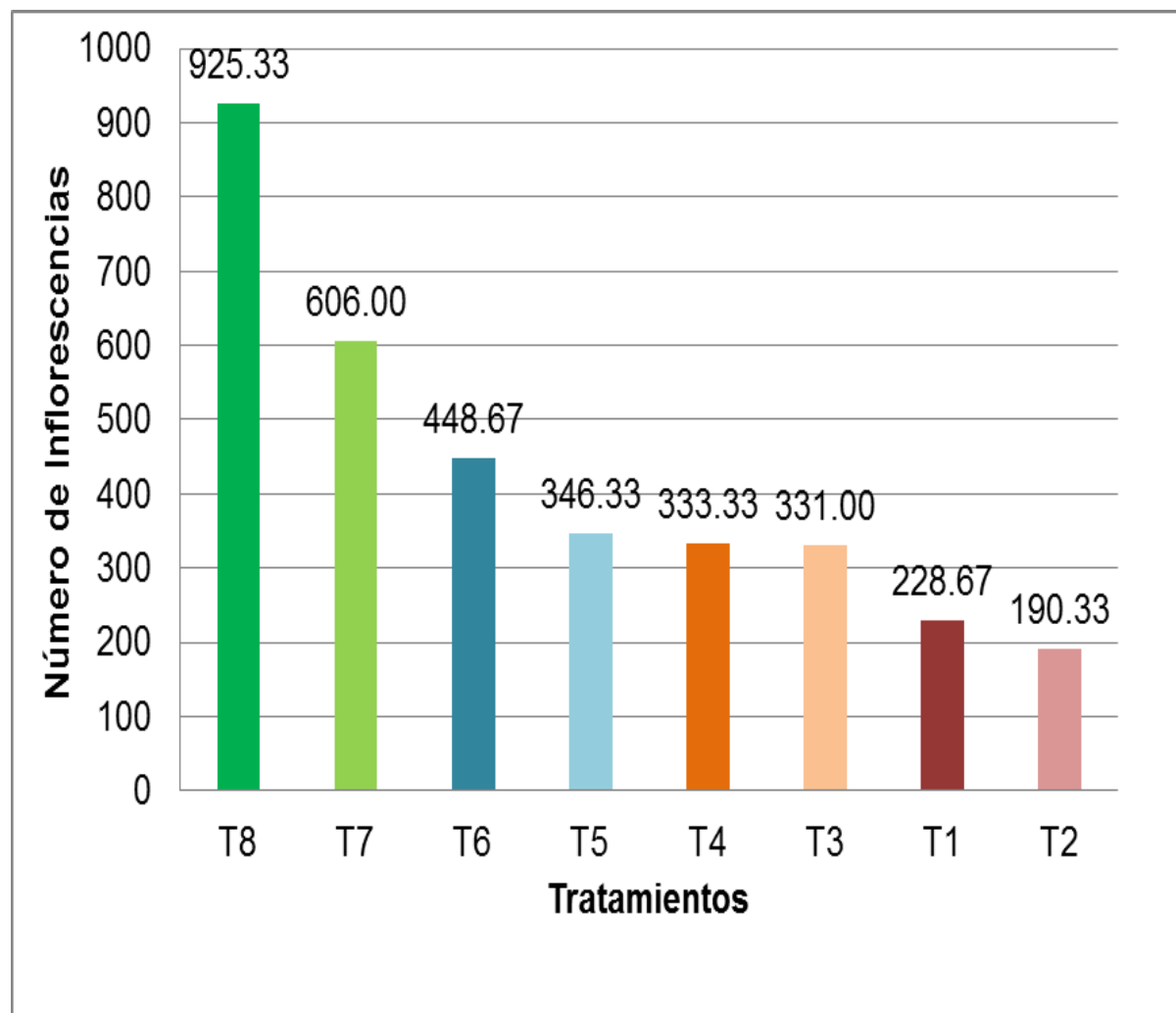
Cuadro N° 06 CM obtenidos para las diferentes características estudiadas en el trabajo Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

CARACTERÍSTICAS	CM	CV%
NÚMERO DE INFLORESCENCIAS	171722.28**	9.61
NÚMERO TOTAL DE FLORES	68688911.9**	9.61
CUAJADO DE FRUTOS (%)	36.20**	6.78
RENDIMIENTO (kg/árbol)	209.2**	4.37
RENDIMIENTO(tm/ha)	20.5**	4.37
PESO DE FRUTO (gr.)	44.7**	3.77
DIÁMETRO DE FRUTO (mm)	2.98*	1.82
CONTENIDO DE JUGO (%)	36.51**	1.06
SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%)	0.11**	1.50
ACIDEZ (%)	1.1E-03	0.38

Cuadro N° 07. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Número de inflorescencias/ árbol	Sig.
1	T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	925.33	a
2	T7: 45 días de déficit hídrico	606	b
3	T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	448.67	c
4	T5: 30 días de déficit hídrico	346.33	d
5	T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	333.33	d
6	T3: 15 días de déficit hídrico	331	d
7	T1: testigo	228.67	e
8	T2: sólo remoción de flores y frutos	190.33	e
	Promedio	426.21	

Gráfico N° 02. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.2. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=102.29^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al número total de flores presentes en el árbol, con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor número de total de flores por árbol de limonero sutil (18506.7 flores por árbol), superando estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 06. 08; Gráfico 03), incluyendo al testigo, con el cuál sólo se obtuvieron 4573.3 flores por árbol; resultados similares fueron obtenidos por el segundo tratamiento (3806.7 flores por árbol); estos dos últimos resultados concuerdan con **CASSIN y otros (1969)**; **REUTER (1973)** y **DAVENPORT (1990)** quienes indicaron que el estrés hídrico regula la intensidad y distribución de la floración, estimulando la brotación, floración y formación de frutos.

DAVENPORT (1990) citado por **DAVIES Y ALBRIGO (1994)** indicó que en el campo suelen necesitarse períodos de sequía superiores a 30 días para inducir un número importante de yemas florales, concluyendo que el grado de inducción es proporcional a la severidad y la duración del estrés hídrico. En el ensayo de **RAZETO y LONGUEIRA (1977)** en su trabajo de investigación, Inducción de floración otoñal en limonero real (*Citrus limón* **Burm.**) Mediante déficit hídrico y remoción de frutos, demostraron que cuando sólo trataron árboles con déficit hídrico las inflorescencias superaron en 3.6 veces al testigo sin aumentar el número de flores por racimo floral; cuando el tratamiento fue conjuntamente con la remoción de flores y frutos mejoró en 2.4 veces más que el tratamiento anterior e incrementó al doble el número de flores por inflorescencia

ORDUZ- RODRÍGUEZ (2007); indicó que la inducción de yemas florales se inicia con la detención del crecimiento vegetativo ocasionado por el déficit hídrico, en estas condiciones el crecimiento del tallo cesa al igual que la raíz,

lo que ocasiona que algunas yemas vegetativas sean inducidas y adquieran la capacidad de florear.

Al mismo tiempo, la relación existente entre el metabolismo del nitrógeno y la brotación y floración de yemas, **MARTÍNEZ (2010)** ocasionado por déficit hídrico, nos permite confirmar lo mencionado por **LOVATT y otros (1988)** quienes demostraron el efecto conocido del estrés hídrico en el incremento de la floración, de forma que un estrés moderado y su rotura posterior aumentó significativamente el número de flores por árbol en limonero 'Frost Lisbon'.

AGUSTÍ (2003); demostró que las giberelinas (Gas.) se sintetizan mayoritariamente en las semillas y éstas tienden a incrementar sus niveles conforme crece el fruto. También indica que el efecto inhibitor del ácido giberélico sobre la floración y el papel central del fruto sobre el control de ésta, hizo posible desarrollar la idea de que son las giberelinas endógenas, producidas en este caso por el fruto, el factor de control de la floración en los agrios.

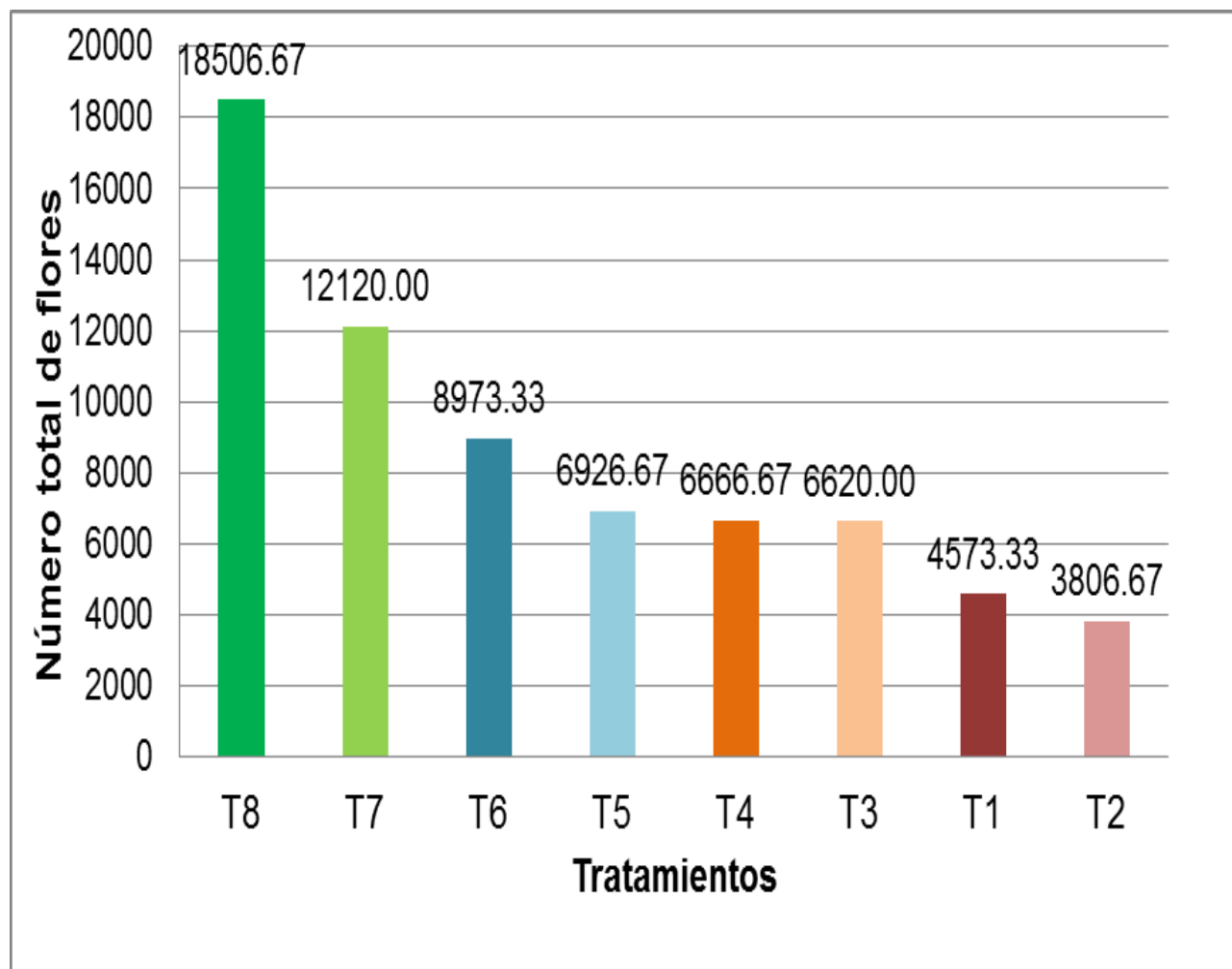
MARTÍNEZ (2010); concluyó que ni la concentración foliar de azúcares solubles ni la de almidón provocada por la eliminación de frutos, presentan relación con la intensidad de floración, y solamente un desajuste en el metabolismo del nitrógeno se ha relacionado con ello y que la presencia de elevadas concentraciones de giberelinas endógenas en la floración próximo a las yemas, impide que se desarrolle flores, por la presencia del fruto; demostrando así la participación de estos fitoreguladores en la acción inhibitoria del fruto sobre la floración.

El coeficiente de variabilidad fue de 9.61%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA Y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 08. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Número total de flores/árbol	Sig.
1	T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	18506.7	a
2	T7: 45 días de déficit hídrico	12120	b
3	T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	8973.33	c
4	T5: 30 días de déficit hídrico	6926.67	d
5	T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.	6666.67	d
6	T3: 15 días déficit hídrico	6620	d
7	T1: testigo	4573.33	e
8	T2: sólo remoción de flores y frutos	3806.67	e
	Promedio	8524.17	

Gráfico N° 03. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.3. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una moderada significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=3.55^*$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al porcentaje de frutos cuajados presentes en el árbol; las plantas tratadas sólo con remoción de flores y frutos obtuvieron el mayor porcentaje de frutos cuajados por árbol de limonero sutil (52.37% de frutos cuajados por árbol), superando estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 06, 09; Gráfico 04), incluyendo al testigo, con el cuál se obtuvieron 48.92% de frutos cuajados; mientras que las plantas tratadas con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos fueron obtuvieron 42.83% de frutos cuajados; resultados similares fueron obtenidos por los árboles tratados con 45 días de déficit hídrico y con 15 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos, los cuales obtuvieron 43.73% y 44.32% de frutos cuajados respectivamente. Estos datos coincide con **AMOROS (1999)** que indicó que a una mayor floración existe un menor cuajado, debido, entre otros factores, a la competencia que se establece por los nutrientes, teniendo mayores posibilidades de cuajado las flores que estén en mejor disposición en la planta (flores campaneras y las que se encuentran situadas en brotaciones con hojas).

REBOLLEDO (2012) mencionó que la tasa final de cuajado sólo puede ser determinada después de que la abscisión se haya detenido. La transición del ovario a un fruto en desarrollo con capacidad potencial para convertirse en un fruto maduro, es regulado por hormonas, específicamente Gas.; su deficiencia durante este periodo resulta una caída masiva de ovarios, bajo cuajado y una reducción de cosecha, **TALÓN y otros (1992)**. El aporte hormonal para el cuajado del fruto en variedades partenocárpicas está referido al contenido hormonal de las paredes del ovario, **TALÓN (1997)** y puede incrementarse mediante la aplicación de giberelinas exógenas, lo que

sugiere una deficiencia en los niveles endógenos de esta hormona, **GUARDIOLA (2000)**.

Las variedades con semillas cuajan con mayor facilidad que los que no tienen semillas, sin embargo en la mayor parte de variedades de cítricos, el número de flores formadas son suficientes para obtener una máxima cosecha. El número de flores producidas por la planta llega a estar inversamente relacionado con el porcentaje de frutos finalmente cuajados, **BECERRA y GUARDIOLA (1984); GOLDSCHMIDT y MONSELISE (1972)**.

La abscisión es el resultado de una compleja combinación entre factores nutricionales y señales hormonales, **GOREN (1993); TALÓN (1997)**. Los factores nutricionales actúan como factores limitantes que afectan el crecimiento provocando su abscisión, mientras que el componente hormonal actúa como regulador de los procesos involucrados en la abscisión, **GOMÉZ-CADENAS (2000)**.

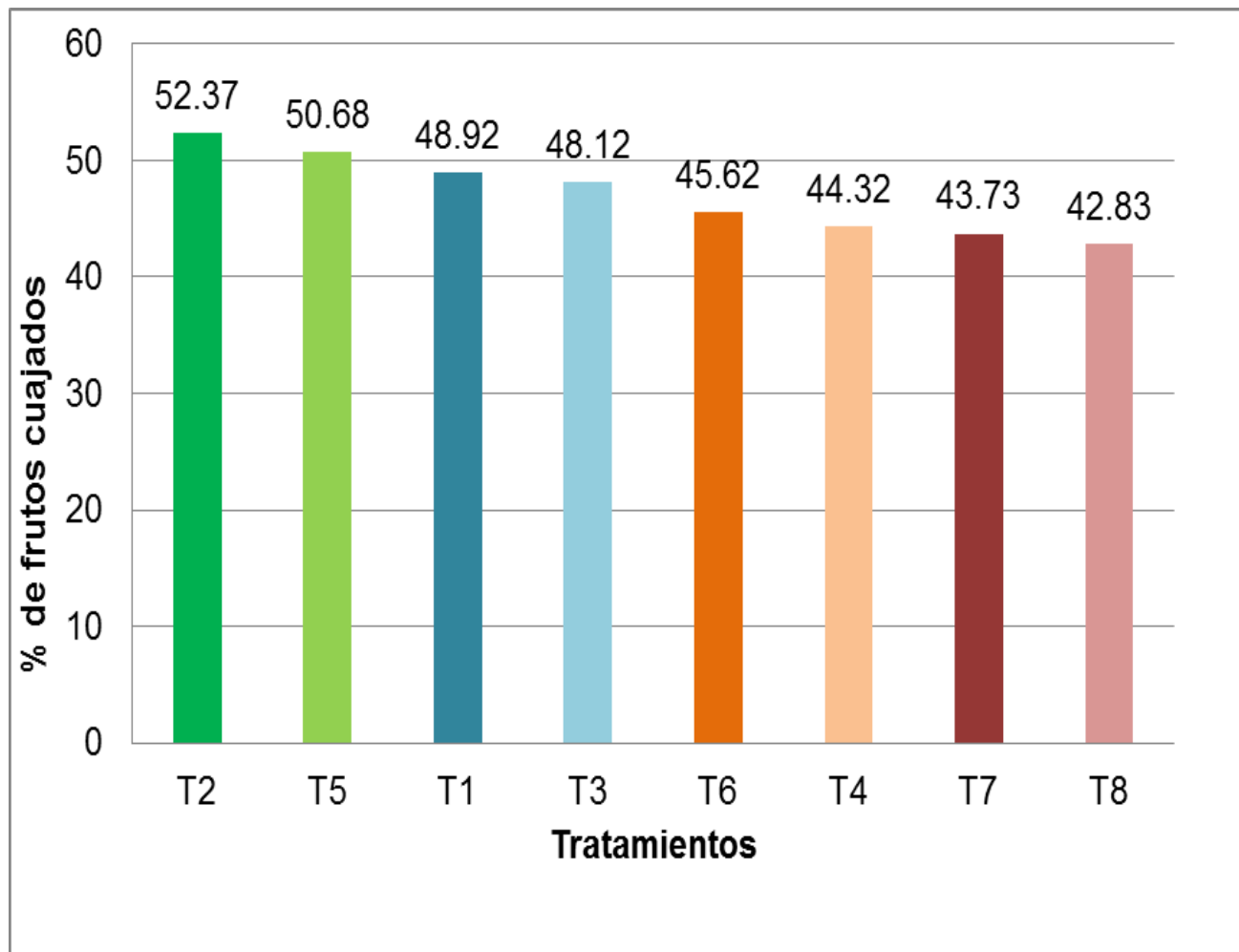
La acumulación de ABA bajo condiciones de déficit hídrico en cítricos y posterior rehidratación se ha asociado por una parte al incremento de ACC en raíces y a su posterior oxidación a etileno en hojas. Durante el periodo de déficit hídrico, se produce la acumulación masiva de ACC en raíces que no se observa cuando se inhibe la síntesis de ABA. La rehidratación permite la translocación de este ACC a la parte aérea, donde su oxidación a etileno dispara la abscisión foliar, **GÓMEZ – CADENAS y otros (1996)**.

El coeficiente de variabilidad fue de 6.78%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA Y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTINEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 09. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	% Frutos cuajados/ árbol	Sig.
1	T2: solo remoción de flores y frutos	52.37	A
2	T5: 30 días déficit hídrico	50.68	Ab
3	T1: testigo	48.92	Abc
4	T3: 15 días déficit hídrico	48.12	Abc
5	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	45.62	Bc
6	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	44.32	C
7	T7: 45 días déficit hídrico	43.73	C
8	T8: 45 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	42.83	C
	Promedio	47.07	

Gráfico N° 04. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.4. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=139.97^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al rendimiento en kilogramos por árbol.

Con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor rendimiento en kilogramos por árbol de limonero sutil (39.03 kilogramos por árbol), superando estadísticamente al resto de tratamientos a excepción del tratamiento con 45 días de déficit hídrico que logró 38.63 kg por árbol (Cuadro 06, 10; Gráfico 05), con el testigo sólo se obtuvo 15.83 kilogramos. Mientras que los árboles tratados sólo con remoción de flores y frutos obtuvo 20.37 kilogramos por árbol.

Considerando que el tratamiento con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos obtuvo el menor porcentaje de frutos cuajados y mayor diámetro y peso de frutos; se consiguió el mayor rendimiento en kg/árbol; resultado similar obtuvieron las plantas tratadas sólo con 45 días de estrés hídrico, que obtuvieron resultados similares en el porcentaje de cuajado y tamaño de fruto. En condiciones tropicales con un régimen de lluvias mono modal, **GARZÓN (2012)** afirma que el uso de riego luego de una época seca de dos meses en naranja 'Valencia', mejora la calidad del fruto aumentando su diámetro ecuatorial y el número de frutos por árbol. La labor de remoción de flores y frutos permite además de reducir la cantidad de giberelinas inhibidoras de la floración; reduce también la cantidad de azúcares y carbohidratos; mientras que el déficit hídrico reduce la concentración de fotoasimilados y amonio. Tras un efecto de déficit hídrico, hay una acumulación de ACC en las raíces, que son traslocadas a las hojas cuando se retoma el riego, lo que hace incrementar la cantidad de etileno y por ende aumentar la abscisión de flores, disminuyendo el cuajado de frutos, también se incrementa la concentración de carbohidratos, fotoasimilados y amonio,

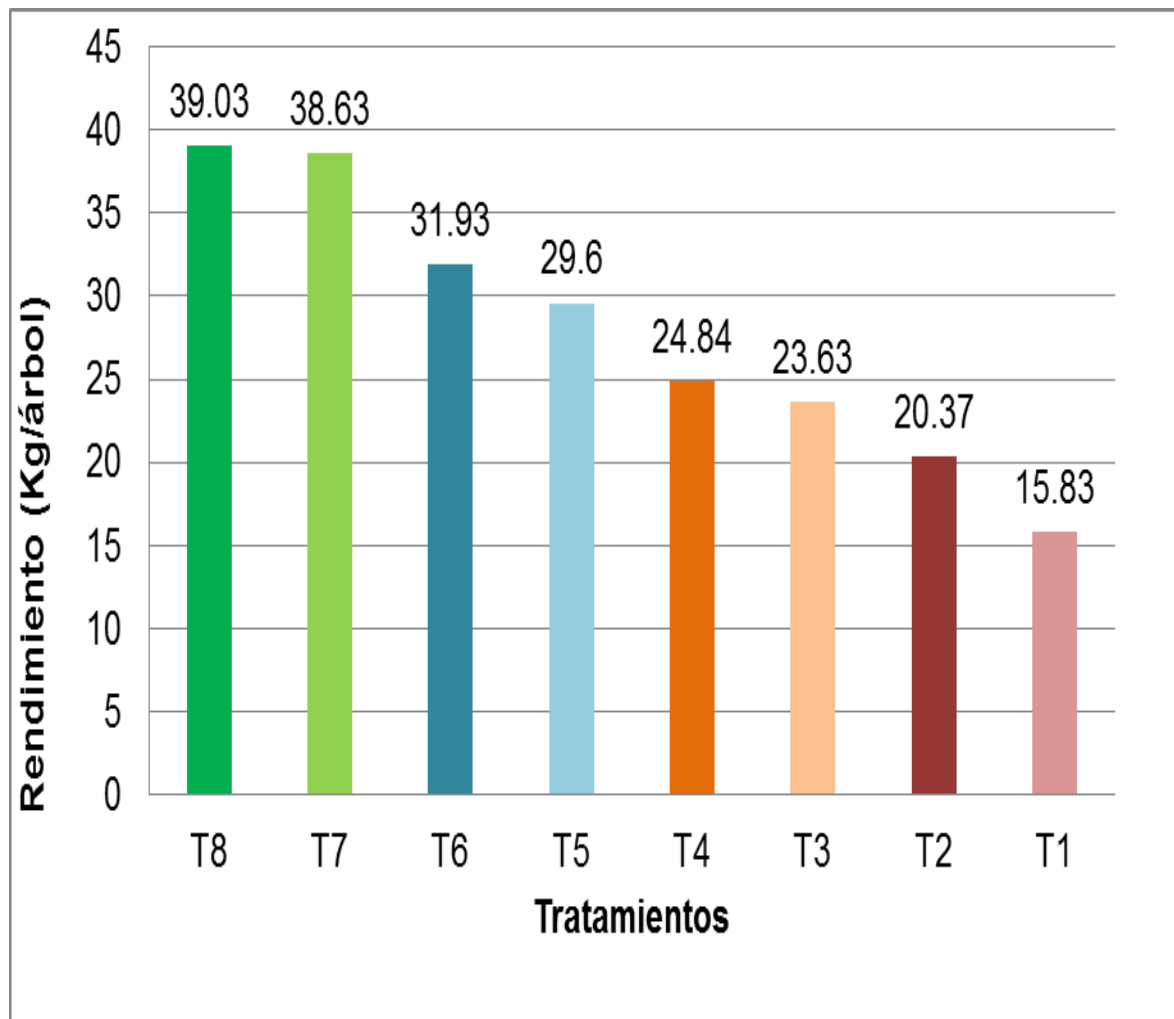
por lo que favorece al desarrollo de los frutos; mejorando el rendimiento del cultivo.

El coeficiente de variabilidad fue de 4.37%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Rendimiento kg/árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	39.03	A
2	T7: 45 días déficit hídrico	38.63	A
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	31.93	B
4	T5: 30 días déficit hídrico	29.60	C
5	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	24.84	D
6	T3: 15 días déficit hídrico	23.63	D
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	20.37	e
8	T1: Testigo	15.83	f
	Promedio	27.98	

Gráfico N° 05. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kilogramos por árbol (kg/árbol) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.5. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=139.97^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al rendimiento en toneladas métricas por hectárea, con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor rendimiento en tm/ha de limonero sutil (12.22 tm/ha), superando estadísticamente al resto de tratamientos a excepción del tratamiento con 45 días de déficit hídrico que logró 12.09 tm/ha (Cuadro 06, 11; Gráfico 06). Con el testigo sólo se obtuvo 4.96 tm/ha.

Considerando que el tratamiento con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos obtuvo el menor porcentaje de frutos cuajados y mayor diámetro y peso de frutos; se consiguió el mayor rendimiento en tm/ha; resultado similar obtuvieron las plantas tratadas sólo con 45 días de estrés hídrico, que obtuvieron resultados similares en el porcentaje de cuajado y tamaño de fruto. Los resultados son respuesta de procesos fisiológicos ocurridos en la planta, frente a factores exógenos: déficit hídrico y eliminación de órganos reproductivos, que regulan o modifican el equilibrio hormonal y el contenido de carbohidratos y fotoasimilados.

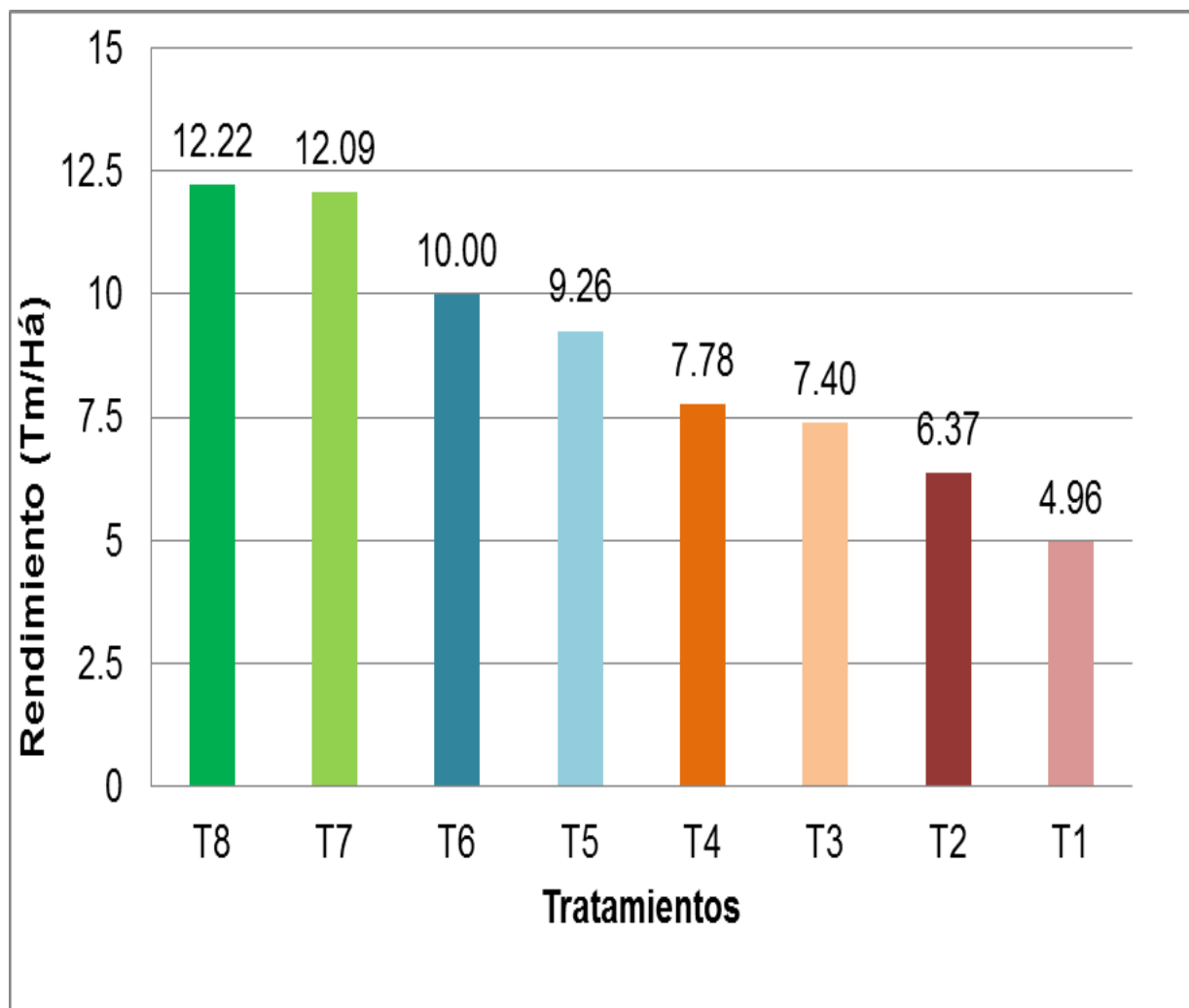
Teniendo en cuenta el rendimiento en kg/ha, va a depender del marco de plantación y la densidad para determinar el rendimiento en tm/ha.

El coeficiente de variabilidad fue de 4.37%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA Y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 11. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en tonelada métrica por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Rendimiento tm/ha	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	12.22	a
2	T7: 45 días déficit hídrico	12.09	a
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	10.00	b
4	T5: 30 días déficit hídrico	9.26	c
5	T4: 15 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	7.78	d
6	T3: 15 días déficit hídrico	7.40	d
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	6.37	e
8	T1: Testigo	4.96	f
	Promedio	8.76	

Gráfico N° 06. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea (tm/ha) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.6. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=28.53^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al peso promedio del fruto.

Con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor peso de fruto de limonero sutil (38.85 g), superando estadísticamente al resto de tratamientos a excepción del tratamiento con 45 días de déficit hídrico que logró frutos con 38.45 g (Cuadro 06, 12; Gráfico 07), el testigo sólo obtuvo frutos de 28.84 g.

Los árboles bajo el estímulo del déficit hídrico a partir de 30 día en adelante más la remoción de flores y frutos obtuvieron mejores resultados; tales son el quinto y sexto, con frutos de 34.21 g y 34.28 g respectivamente (Cuadro 12).

El crecimiento del fruto depende de la acumulación de materia seca y agua, y está determinado y puede ser limitado, por su capacidad de sumidero y la disponibilidad de metabolitos en la planta, **GUARDIOLA y GARCÍA LUIS, (2000)**.

El factor limitante para el crecimiento del fruto cambia durante los distintos estados del desarrollo del fruto. El peso individual del fruto en madurez, está inversamente relacionado con la cantidad de frutos por árbol, **GOLDSCHMIDT y otros (1977), GUARDIOLA (1988)**. La competencia por fotoasimilados entre frutos explica esta relación, **GOLDSCHMIDT y otros (1977)**.

Estudios que involucran la translocación de metabolitos con ^{14}C , **POWELL y KREZDORN (1977)** o que indican el incremento en el cuajado y crecimiento inicial en naranja Valencia al crecer en una atmósfera enriquecida con CO_2 , **DOWNTON y otros (1987) ; IDSO y otros (1991)**, confirman el efecto de disponibilidad de carbohidratos en el desarrollo del fruto.

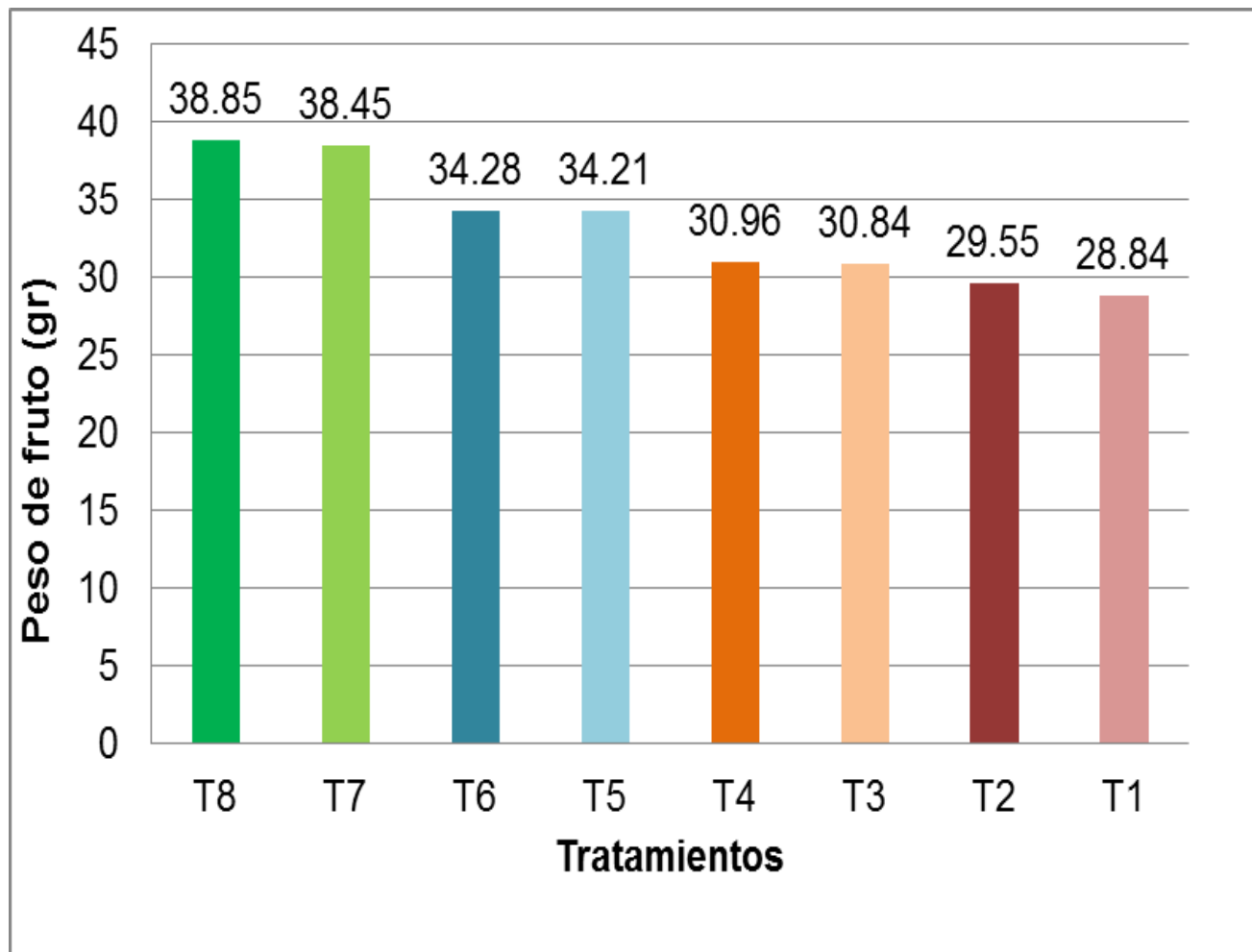
El coeficiente de variabilidad fue de 3.77%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA y RUBIO (2008)**, valor que valida la

conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 12. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Peso de fruto (gr)/ árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	38.85	a
2	T7: 45 días déficit hídrico	38.45	a
3	T6: 30 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	34.28	b
4	T5: 30 días déficit hídrico	34.21	b
5	T4: 15 días déficit hídrico +remoción de flores y frutos	30.96	c
6	T3: 15 días déficit hídrico	30.84	c
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	29.55	c
8	T1: testigo	28.84	c
	Promedio	33.25	

Gráfico N° 07. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en gramos (g) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

- T1:** Testigo
- T2:** Remoción de flores y frutos.
- T3:** 15 días de déficit hídrico
- T4:** 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T5:** 30 días de déficit hídrico
- T6:** 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T7:** 45 días de déficit hídrico
- T8:** 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.

4.7. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros (mm) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=6.05^*$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al diámetro de fruto, con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor diámetro de fruto de limonero sutil (39.90 mm), superando estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 06, 13, Gráfico 08), incluyendo al testigo, con el cuál sólo se obtuvieron frutos con 37.03 mm.

Los árboles bajo el estímulo del déficit hídrico a partir de 30 día en adelante más la remoción de flores y frutos obtuvieron mejores resultados; tales son el quinto, sexto y séptimo tratamiento, con frutos de 39.12 mm, 39.12 mm y 39.22 mm respectivamente (Cuadro 13), estos datos coinciden con lo afirmado por **GARZÓN (2012)** quien mencionó que en condiciones tropicales con un régimen de lluvias monomodal, el uso de riego luego de una época seca de dos meses mejora la calidad del fruto aumentando su diámetro ecuatorial y el número de frutos por árbol.

GONZALES y SICILIA (1963); citada por **AMOROS (1999)**; señala que el tamaño de los frutos en una rama, está estrechamente relacionado con el tamaño y el número de hojas de las mismas.

MOOS y otros (1972); **AGUSTÍ y ALMELA (1984)**, citado por **AMOROS (1999)** indicó que el tipo de inflorescencia en la que a desarrollado el fruto tiene influencia en el tamaño final. Durante el crecimiento de las hojas éstas actúan como sumidero y paralelamente a su transición a hojas maduras alcanza la función de fuentes de carbohidratos.

Si bien las hojas del brote con su aporte de productos de fotosíntesis contribuyen al mayor desarrollo del fruto, durante la antesis, las hojas todavía no actúan como exportadoras de productos de fotosíntesis; es el mayor contenido hormonal de los ovarios situados en los brotes con hojas, lo que aumentan la capacidad de estos frutos para atraer sustancias nutritivas del resto de la planta.; esto afirma lo indicado por **OZGA y otros (2013)** quien

afirmó que el crecimiento y desarrollo del fruto está regulado por procesos hormonales endógenos y que además influye sobre el metabolismo de fotoasimilados en la planta, **BRENNER y otros (1995)**.

La capacidad de sumidero del fruto es considerada como el factor dominante en la competencia por fotoasimilados y está determinada inicialmente por la calidad de la flor, que a su vez depende de la inflorescencia y el número de flores formada por árbol, **GUARDIOLA (1997)**.

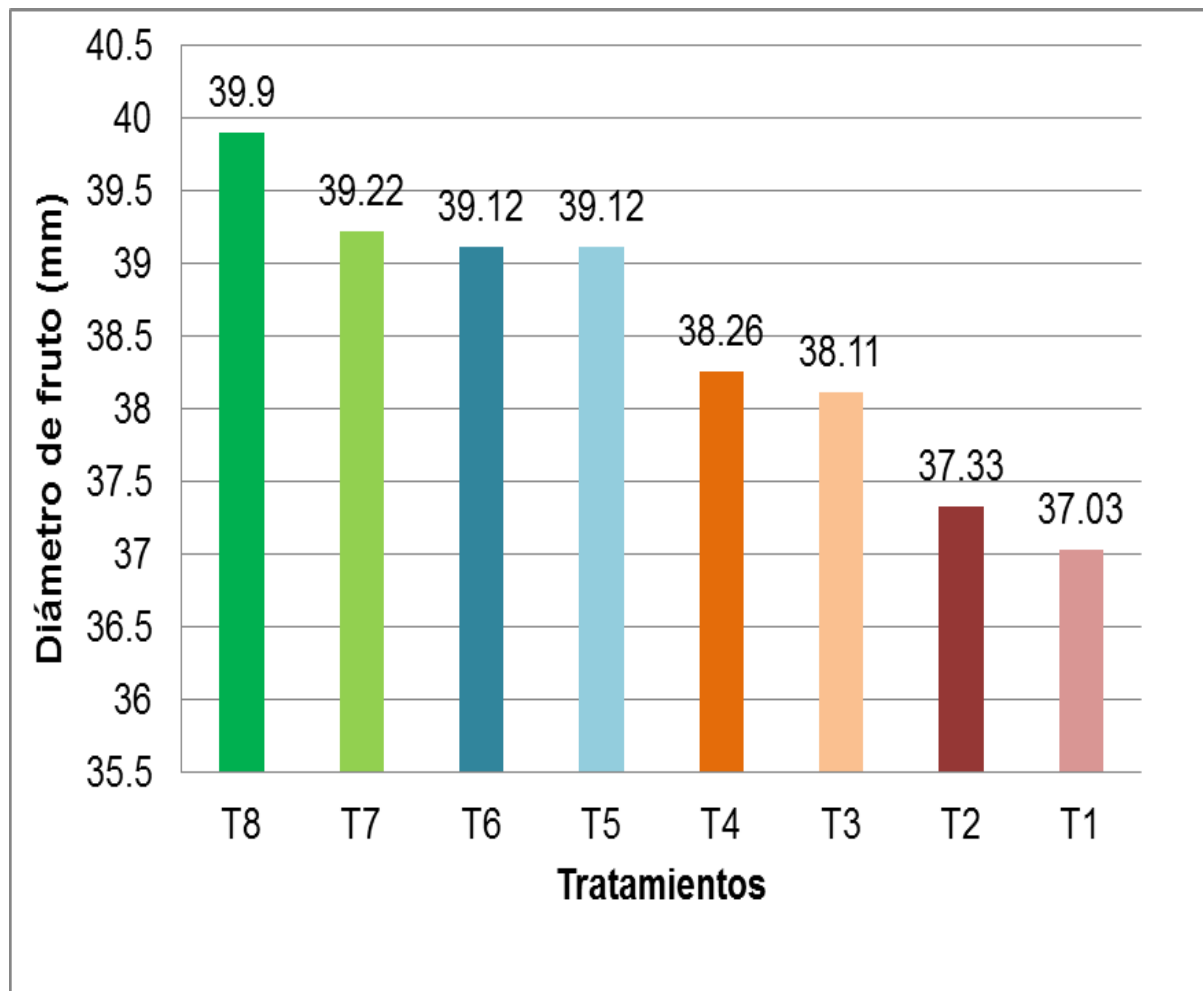
Independientemente al número de flores inicialmente formadas, la supervivencia de los frutos durante la antesis; parece estar determinada por la capacidad del árbol para suministrará metabolitos. La capacidad fotosintética de las hojas, más que la demanda por el fruto, usualmente determina la disponibilidad de fotoasimilados, **GUARDIOLA (1988); GOLDSCHMIDT y KOCH (1996)**.

El coeficiente de variabilidad fue de 1.82%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 13. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	Diámetro de fruto (mm)/árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	39.90	A
2	T7: 45 días déficit hídrico	39.22	a b
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	39.12	a b
4	T5: 30 días déficit hídrico	39.12	a b
5	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	38.26	b c
6	T3: 15 días déficit hídrico	38.11	b c
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	37.33	c
8	T1: testigo	37.03	c
	Promedio	38.51	c

Gráfico N° 08. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

4.8.Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=185.19^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al porcentaje de contenido de jugo en frutos.

Con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor porcentaje de contenido de jugo en frutos de limonero sutil (45.68%), superando estadísticamente al resto de tratamientos a excepción de los tratamientos con 45 días de déficit hídrico y el tratamiento con 30 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos con los cuales se obtuvieron 45.50% y 45.03% respectivamente (Cuadro 06, 14; Gráfico 09), con el testigo sólo se obtuvo 37.11% de contenido de jugo.

El porcentaje de jugo va ser influenciado por el tamaño del fruto, a mayor diámetro del fruto, mayor va a ser el peso y contenido de jugo. Además cabe mencionar que éste depende de la fertilización y el riego.

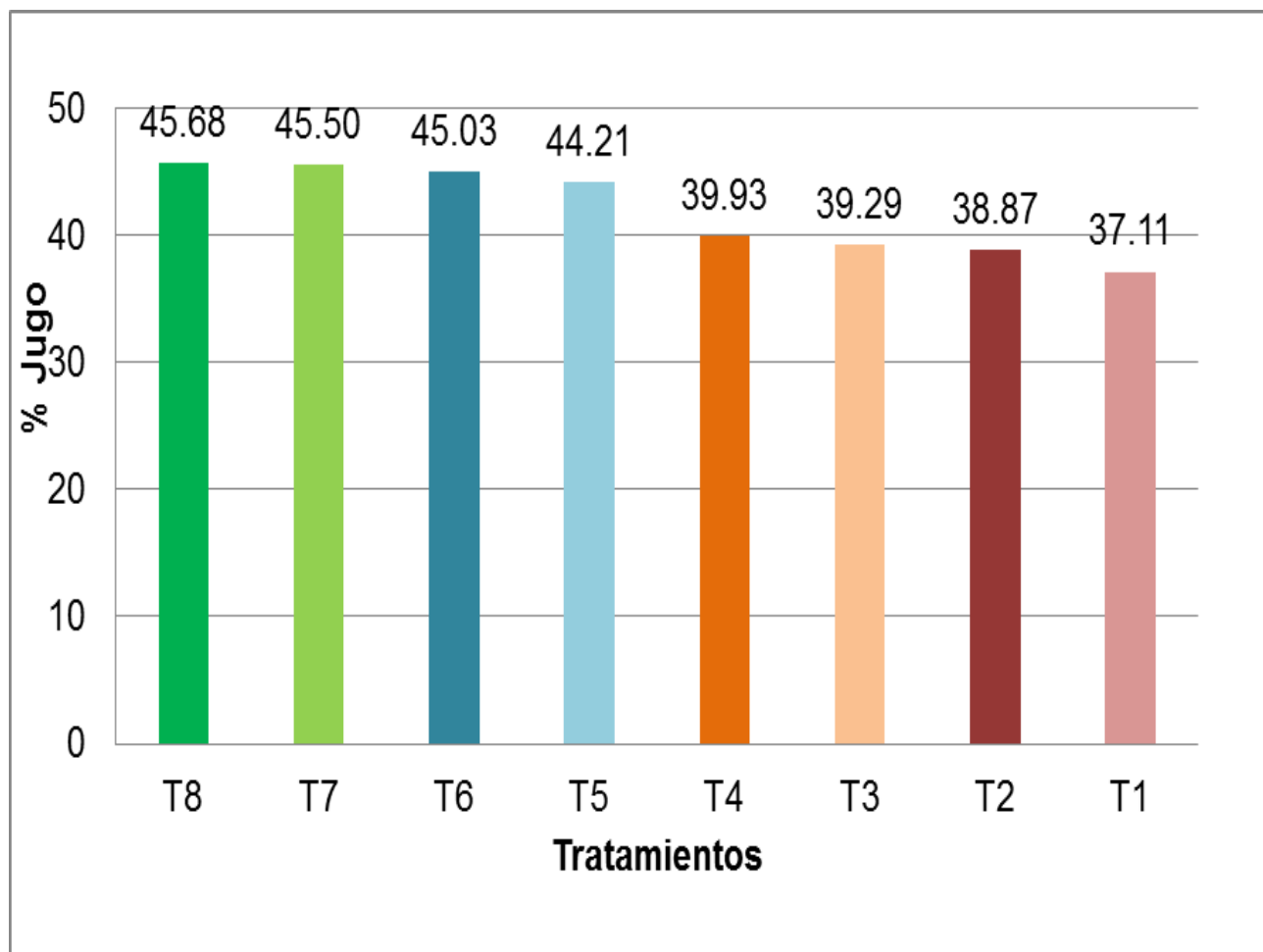
Los resultados obtenidos coinciden con **PARRA y ORTIZ (2003)**; quienes indicaron que en manzano se observó una mayor concentración de sólidos solubles totales a medida que se aplica un estrés hídrico moderado.

El coeficiente de variabilidad fue de 1.06%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 14. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	% Jugo/árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	45.68	A
2	T7: 45 días déficit hídrico	45.50	A
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	45.03	A
4	T5: 30 días déficit hídrico	44.21	B
5	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	39.93	C
6	T3: 15 días déficit hídrico	39.29	c d
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	38.87	D
8	T1: Testigo	37.11	E
	Promedio	41.95	

Gráfico N° 09. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015



LEYENDA:

- T1:** Testigo
- T2:** Remoción de flores y frutos.
- T3:** 15 días de déficit hídrico
- T4:** 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T5:** 30 días de déficit hídrico
- T6:** 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T7:** 45 días de déficit hídrico
- T8:** 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.

4.9. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, no se encontraron diferencias estadísticas significativas para los diferentes tratamientos aplicados ($F=2.30$), lo cual quiere decir que los tratamientos en mención no afectaron en forma directamente proporcional al porcentaje de acidez presente en el fruto de limonero sutil (Cuadro 06).

Sin embargo de acuerdo a la prueba de Duncan existen dos grupos diferenciados en los cuales los tratamientos con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos (6.44% de acidez) y 45 días de déficit hídrico (6.40% de acidez) superaron al resto de tratamientos.

La acidez disminuye a medida que el fruto madura. Esta disminución se da debido a la actividad de las deshidrogenasas y a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante la maduración. Este descenso coincide con el inicio de la maduración y la acumulación de azúcares, **KAYS (1997)**.

De acuerdo a **DAVIES Y ALBRIGO (1994)**, los ácidos orgánicos contribuyen significativamente a la acidez total del jugo, siendo el ácido cítrico el ácido orgánico predominante (70-80% del total). Los ácidos orgánicos son considerados una fuente importante de sabor ácido en la fruta y una fuente de energía en la célula vegetal, **LANDANILLA (2008)**. Los ácidos generalmente disminuyen durante la maduración, ya que ellos pueden ser utilizados como sustratos respiratorios o convertidos en azúcares, aunque también se utilizan para la formación de compuestos aromáticos y del sabor, **CAÑIZARES y otros (2003); LANDANILLA (2008)**. En la fase de maduración los ácidos libres disminuyen progresivamente como consecuencia, fundamentalmente, de un proceso de dilución, **AGUSTÍ y otros (2003)**, lo cual sucede a medida que la fruta aumenta en tamaño y en contenido de jugo, **LANDANILLA (2008)**. Es importante señalar que la ATT es comúnmente utilizada como un componente para calcular el índice de madurez, más que como un parámetro independiente, **ACEVEDO (2008)**.

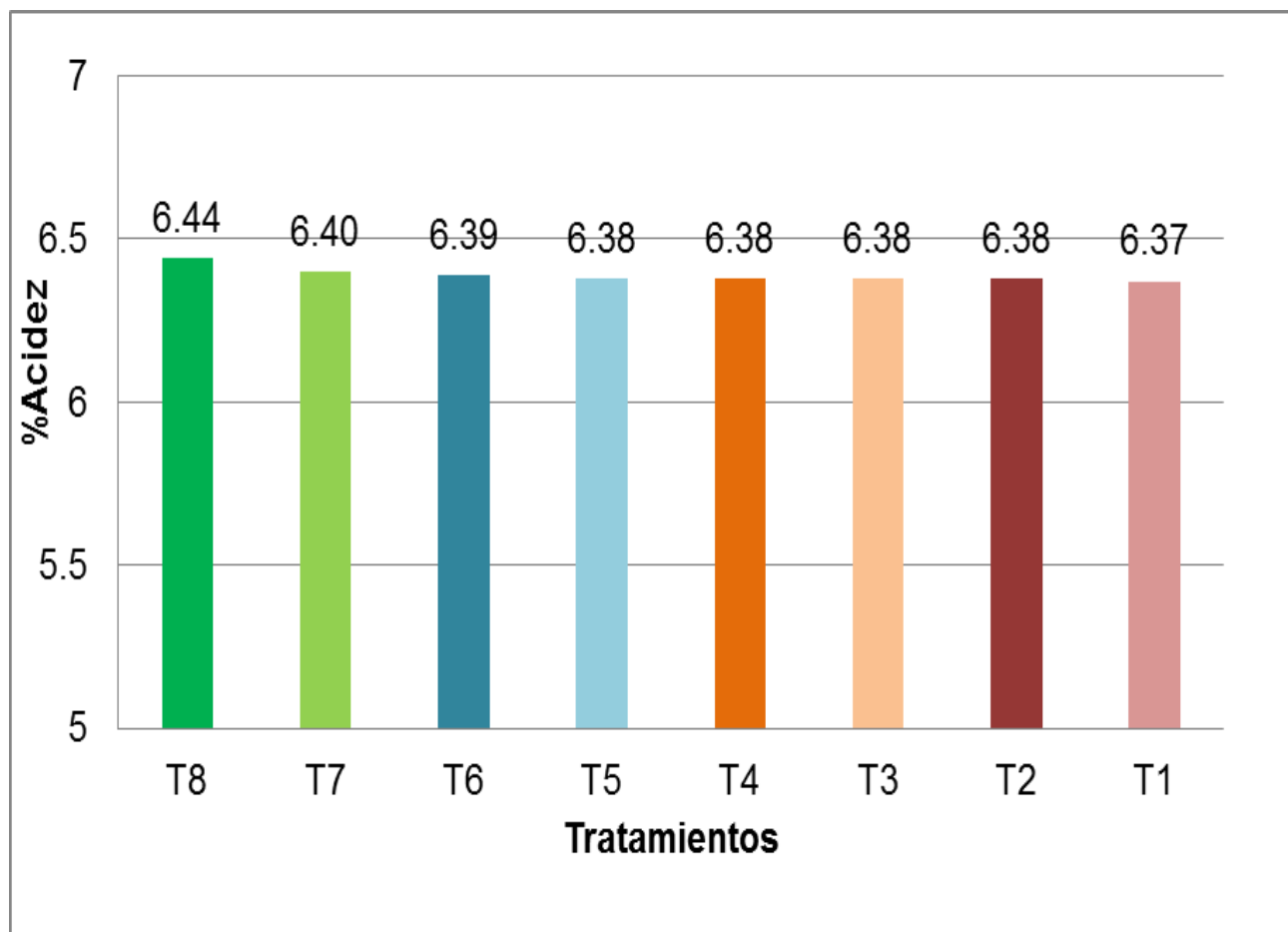
La disminución del pH en los primeros estados puede estar relacionada con el aumento que se da en la concentración de ácidos orgánicos. El incremento en el pH a partir del estado 2 se da porque durante el llenado de frutos gran parte de la actividad de acumulación se da por simporte, en donde los iones H^+ desempeñan un papel importante; estos hacen parte de la formación de sustratos como la sacarosa y la glucosa, y hacen que su concentración a nivel vacuolar disminuya durante las últimas fases de la maduración, por lo que el pH se ve ligeramente aumentado, **MARSCHNER (2002)**.

El coeficiente de variabilidad fue de 0.38%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA Y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión, **MARTÍNEZ (1995)**, por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 14. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015

O.M.	Tratamientos	% Acidez/árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	6.44	A
2	T7: 45 días déficit hídrico	6.40	A
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	6.39	B
4	T5: 30 días déficit hídrico	6.38	B
5	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	6.38	B
6	T3: 15 días déficit hídrico	6.38	B
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	6.38	B
8	T1: Testigo	6.37	B
	Promedio	6.39	

Gráfico N° 10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

- T1:** Testigo
- T2:** Remoción de flores y frutos.
- T3:** 15 días de déficit hídrico
- T4:** 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T5:** 30 días de déficit hídrico
- T6:** 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.
- T7:** 45 días de déficit hídrico
- T8:** 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos.

4.10. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró una alta significación para los diferentes tratamientos aplicados ($F=7.40^{**}$), lo cual quiere decir que el déficit hídrico conjuntamente con la remoción de flores y frutos afectaron en forma directamente proporcional al contenido de sólidos solubles totales presentes en el fruto, con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor contenido de sólidos solubles en el limonero sutil (8.27%), superando estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 06, 16; Gráfico 11), incluyendo al testigo, con el cuál sólo se obtuvo 7.73%.

Los árboles bajo el estímulo del déficit hídrico a partir de 30 día en adelante más la remoción de flores y frutos obtuvieron mejores resultados; tales son el sexto y séptimo tratamiento, con 8.07% y 8.20% respectivamente (Cuadro 16).

Los resultados obtenidos coinciden con **PARRA y ORTIZ (2003)**; quienes indicaron que en manzano se observó una mayor concentración de sólidos solubles totales a medida que se aplica un estrés hídrico moderado.

La cantidad de SST se incrementa hasta el estado de madurez, debido a la hidrólisis del almidón almacenado en vacuolas y espacios intercelulares durante el crecimiento del fruto. Este proceso ocurre debido al marcado incremento en la actividad de las enzimas α -amilasa, β -amilasa y almidón fosforilasa, **KAYS (1997)**. Al parecer sólo la α -amilasa puede degradar gránulos de almidón intactos, por lo que la actividad de la β -amilasa y almidón fosforilasa se limitan a actuar sobre los primeros productos liberados del almidón por la α -amilasa, **SALISBURY y ROSS (1994)**.

El almidón en las células es almacenado en pequeños gránulos y a temperatura ambiente (20°C); es de difícil degradación tanto por el agua como por las enzimas hidrolíticas, debido a la formación de puentes de hidrógeno dentro de las mismas moléculas de almidón. Una vez se incrementa la temperatura, los puentes de hidrógeno se rompen y el agua es absorbida por las moléculas de almidón, lo que produce la ruptura y gelatiniza los gránulos, **ZOBEL (1984)**.

DAVIES y ALBRIGO (1999) reportan que se presenta un leve incremento de los niveles de SST en la etapa final del desarrollo del fruto. En etapas tempranas los

SST aumentan con el incremento del tamaño del fruto **AGUSTÍ y otros (2003)**. **HARDY y SANDERSON (2010)** mencionan que el contenido de sólidos solubles aumenta debido principalmente a la acumulación de sacarosa, en la fase de maduración. El mismo comportamiento fue reportado por **AGUSTÍ y otros (2003)**, quienes señalan que en variedades con madurez temprana, el contenido en azúcares aumenta rápidamente y los frutos continúan su maduración cuando la temperatura desciende (en regiones subtropicales); pero en variedades tardías la maduración se da cuando la temperatura tiende a elevarse, y la sacarosa aumenta su contenido relativamente poco en el fruto, **AGUSTÍ y otros (2003)**.

Según **HUFF (1984)**, la acumulación de azúcares en este tejido durante la maduración es el principal factor regulador de la coloración del fruto y tiene incidencia en la conversión de los plastidios, lo que indica que la disponibilidad por fotoasimilados del fruto puede ser un factor de maduración. Durante el desarrollo y la maduración, los cítricos cambian de verde a amarillo o naranja a rojo-naranja según el carácter genético y del crecimiento favorable de la variedad en las condiciones climáticas, **SPIEGEL-ROY y GOLDSCHMIDT (1996)**; **LANDANILLA (2008)**.

Los azúcares (glucosa, fructuosa y sacarosa) constituyen los principales sólidos solubles. La medida de este valor da una indicación del estado de maduración de la fruta y su contenido en el jugo determina el rendimiento industrial, **VIEGAS, F. (1980)**.

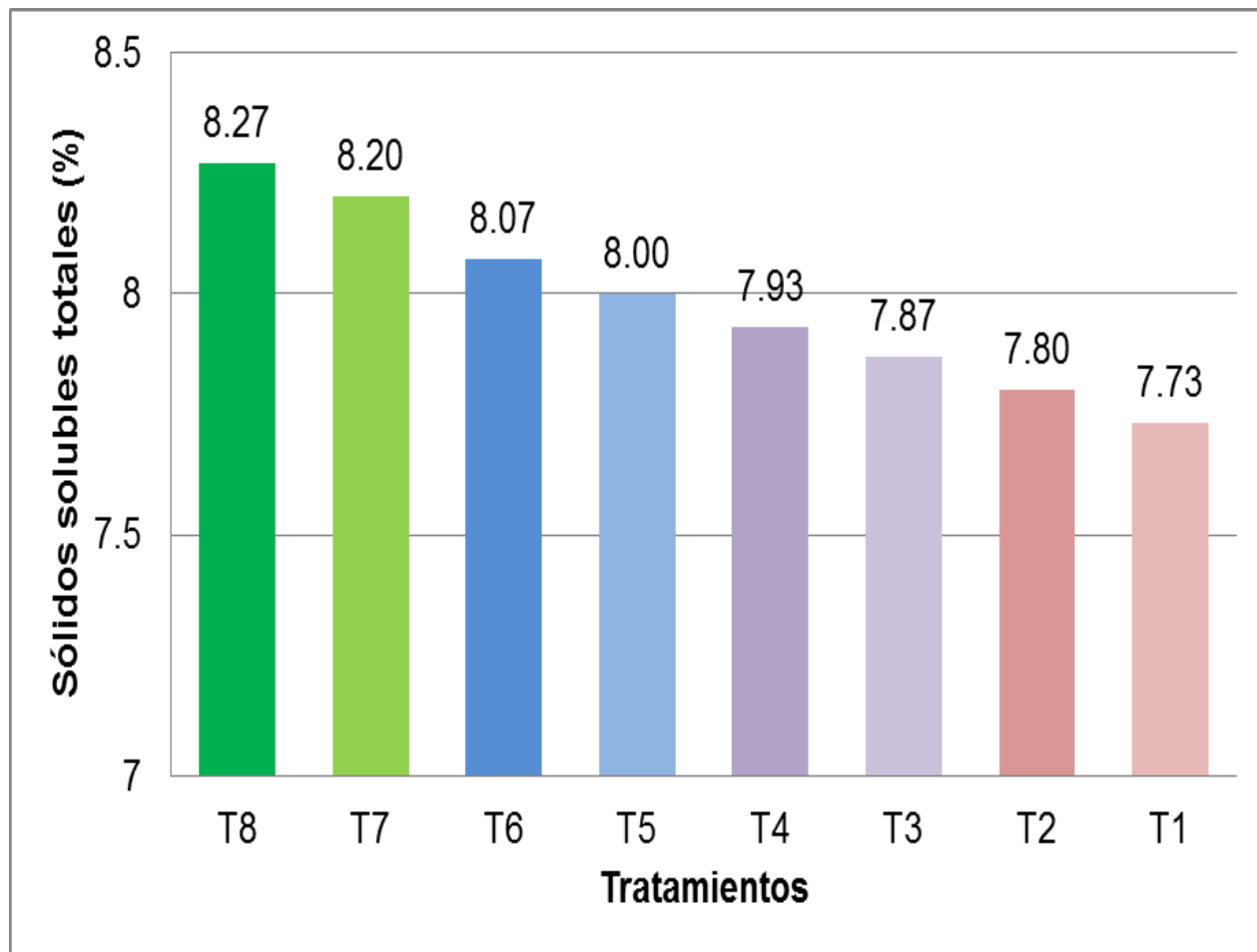
Los sólidos solubles totales (SST) incluyen carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, grasas, y diversos minerales, y constituyen del 10 al 20 % del peso fresco de la fruta. Los niveles de SST aumentan conforme lo hace el tamaño de la fruta, **DAVIS FREDERICK S. y ALBRIGO L. GENE. (1994)**.

El coeficiente de variabilidad fue de 1.50%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos, **TOMA y RUBIO (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión **MARTÍNEZ (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).

Cuadro N° 16. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

O.M.	Tratamientos	% SST/árbol	Sig.
1	T8: 45 días déficit hídrico + remoción de flores y fruto	8.27	A
2	T7: 45 días déficit hídrico	8.20	a b
3	T6: 30 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	8.07	a b c
4	T5: 30 días déficit hídrico	8.00	b c d
5	T4: 15 días déficit hídrico + remoción de flores y frutos	7.93	c d e
6	T3: 15 días déficit hídrico	7.87	c d e
7	T2: sólo remoción de flores y frutos	7.80	d e
8	T1: Testigo	7.73	E
	Promedio	7.98	

Gráfico N° 11. Efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



LEYENDA:

T1: Testigo

T2: Remoción de flores y frutos.

T3: 15 días de déficit hídrico

T4: 15 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T5: 30 días de déficit hídrico

T6: 30 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

T7: 45 días de déficit hídrico

T8: 45 días de déficit hídrico +
remoción de flores y frutos.

Considerando el ANAVA y la prueba de Duncan para cada evaluación realizada, podemos determinar que los tratamientos con mayor rendimiento: 12.22 tm/ha y 12.09 tm/ha, fueron los tratamientos con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos y 45 días de déficit hídrico respectivamente.

Este resultado determinado por los componentes del rendimiento: número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial (mm) y peso de fruto (g).

Ambos tratamientos obtuvieron el mayor número de inflorescencias y número de flores (Cuadro 07; 08), que por competencia de nutrientes y fotoasimilados, el porcentaje de frutos cuajados estuvieron por debajo con respecto a los demás tratamientos.

En cuanto al tamaño y peso de fruto, los tratamientos con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos y 45 días de déficit hídrico obtuvieron frutos con mayor peso en g. y diámetro ecuatorial (Cuadro 12; 13).

Para la calidad del fruto, fueron los tratamientos con 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos y 45 días de déficit hídrico, los que obtuvieron mayor contenido de jugo con 45.68%, 45.50% respectivamente (Cuadro 14), mayor contenido de sólidos solubles con 8.27% y 8.20% (Cuadro 16), sin embargo en cuanto al porcentaje de acidez no existe una alta significancia (Cuadro 15). El diámetro ecuatorial y peso de fruto también es considerado como parte de la calidad externa de fruto superaron estadísticamente a los demás tratamientos.

4.11. Correlaciones y regresiones.

Cuadro N° 17. Correlación y regresión simple entre variables biométricas evaluadas del trabajo efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Variables evaluadas	R	r ²	b	Ecuación de la línea de regresión
Rendimiento (tm/ha) vs N° de inflorescencias	0.8671**	0.7519	0.0094**	$Y = 4.749 + 0.0094X$
Rendimiento (tm/ha) vs N° total de flores	0.8671**	0.7519	0.0005**	$Y = 4.749 + 0.0005X$
Rendimiento (tm/ha) vs peso de fruto (gr.)	0.9384**	0.8806	0.6167**	$Y = - 11.741 + 0.6167X$
Rendimiento (tm/ha) vs Diámetro de fruto (mm.)	0.7957**	0.6331	1.785**	$Y = - 59.98 + 1.785X$
Rendimiento (tm/ha) vs Días de agoste	0.9767**	0.9539	0.1434**	$Y = 5.5324 + 0.1434X$

r: Coeficiente de correlación

r²: Coeficiente de determinación

b: Coeficiente de regresión

El estudio de relación entre el rendimiento de limón sutil y las características biométricas evaluadas se ejecutaron con el objetivo de conocer los atributos que tienen relación con esta característica y a la vez determinan los componentes de rendimiento para limón sutil en las condiciones de la zona evaluada, para el análisis se utilizó la matriz de correlaciones de Pearson, las que se detallan a continuación.

4.11.1. Número de inflorescencias por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.

Al relacionar estas dos características encontramos una alta asociación, presentando un coeficiente de correlación ($r = 0.8671^{**}$) y un coeficiente de determinación de 0.7519, que indica que el 75.19% de la variación de su rendimiento se debe al número de inflorescencias por planta.

El coeficiente de regresión ($b = 0.0094^{**}$) indica que por cada unidad de inflorescencia que se incremente en el árbol, el rendimiento de limonero sutil se incrementará en 9.4 kg/ha.

La ecuación lineal que permite establecer el rendimiento total del limonero sutil por hectárea en función al número de racimos por árbol es:

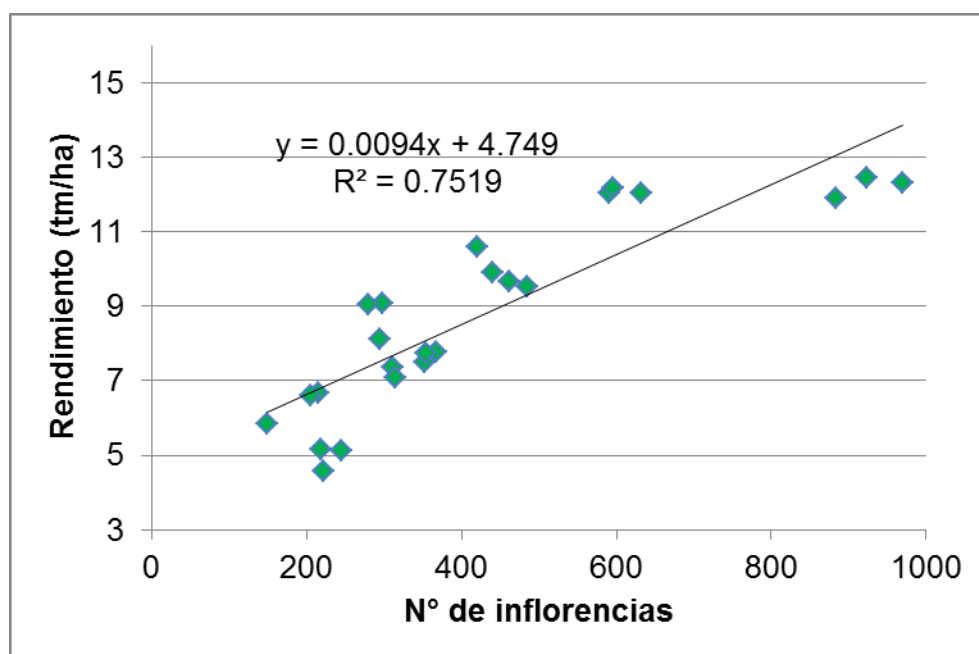
$$Y = 4.749 + 0.0094X$$

Dónde:

Y= Rendimiento de limonero sutil en tm por hectárea.

X= Cantidad de racimos por árbol

Gráfico N° 12. Regresión lineal del número de inflorescencias por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



4.11.2. Número total de flores por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.

Al relacionar estas dos características encontramos una alta asociación, presentando un coeficiente de correlación ($r = 0.8671^{**}$) y un coeficiente de determinación de 0.7519, que indica que el 75.19% de la variación de su rendimiento se debe al número de total de flores por planta.

El coeficiente de regresión ($b = 0.0005^{**}$) indica que por cada flor que se incremente en el árbol, el rendimiento de limonero sutil se incrementará en 0.5 kg/ha.

La ecuación lineal que permite establecer el rendimiento total del limonero sutil por hectárea en función al número total de flores por árbol es:

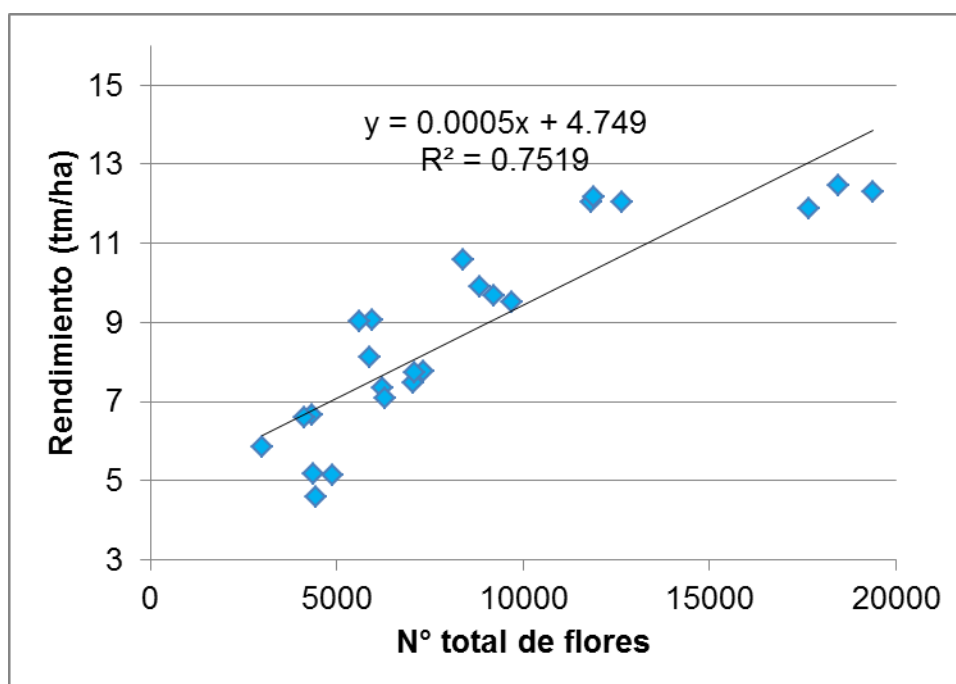
$$Y = 4.749 + 0.0005X$$

Dónde:

Y= Rendimiento de limonero sutil en tm por hectárea.

X= Cantidad de flores por árbol

Gráfico N° 13. Regresión lineal del número total de flores por planta sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



4.11.3. Peso de fruto en gramos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.

Al relacionar estas dos características encontramos una alta asociación, presentando un coeficiente de correlación ($r = 0.9384^{**}$) y un coeficiente de determinación de 0.8806, que indica que el 88.06% de la variación de su rendimiento se debe al peso de fruto.

El coeficiente de regresión ($b = 0.6167^{**}$) indica que por cada gramo que incrementa el fruto en el árbol, el rendimiento de limonero sutil se incrementará en 0.62 tm/ha.

La ecuación lineal que permite establecer el rendimiento total del limonero sutil por hectárea en función al peso de fruto es:

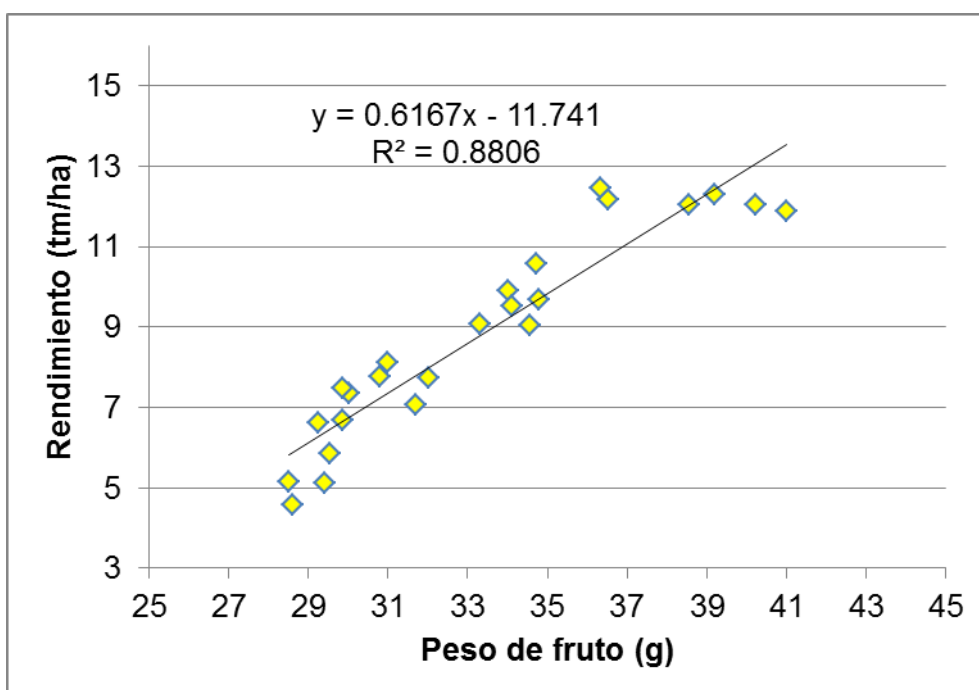
$$Y = - 11.741 + 0.6167X$$

Dónde:

Y= Rendimiento de limonero sutil en tm por hectárea.

X= Peso de fruto en gr.

Gráfico N° 14. Regresión lineal del peso de fruto (g) sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



4.11.4. Diámetro ecuatorial de fruto en milímetros sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.

Al relacionar estas dos características encontramos una alta asociación, presentando un coeficiente de correlación ($r = 0.7957^{**}$) y un coeficiente de determinación de 0.6331, que indica que el 63.31% de la variación de su rendimiento se debe al diámetro ecuatorial del fruto.

El coeficiente de regresión ($b = 1.785^{**}$) indica que por cada milímetro de diámetro que se incremente en el fruto, el rendimiento del limonero sutil se incrementará en 1.79 tm/ha.

La ecuación lineal que permite establecer el rendimiento total del limonero sutil por hectárea en función al número de racimos por planta es:

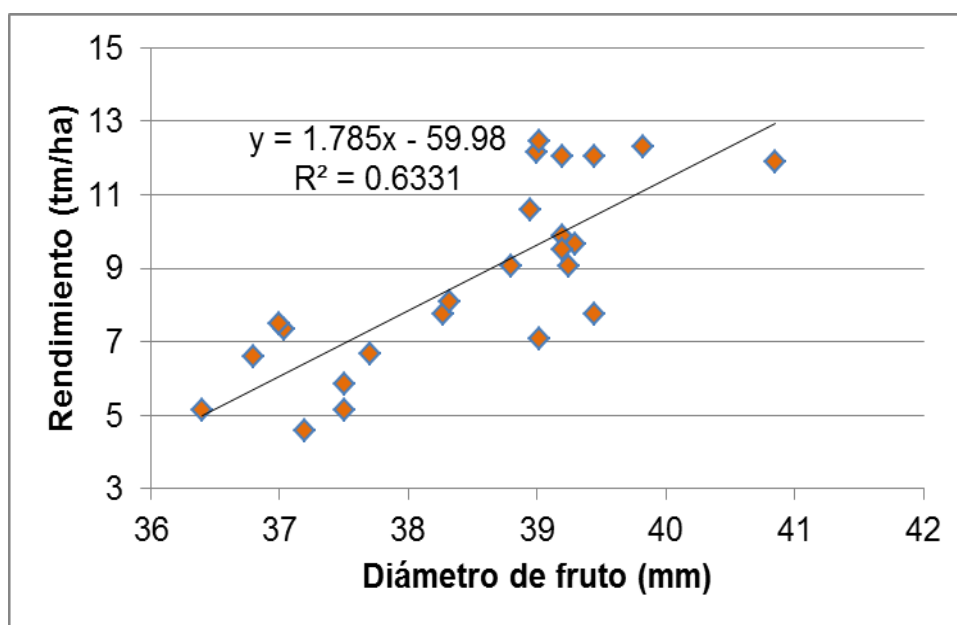
$$Y = - 59.98 + 1.785X$$

Dónde:

Y= Rendimiento de limonero sutil en tm por hectárea.

X= Diámetro de fruto en milímetros.

Gráfico N° 15. Regresión lineal del diámetro ecuatorial de fruto (mm) sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.



4.11.5. Días de déficit hídrico sobre rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil.

Al relacionar estas dos características encontramos una asociación altamente significativa, presentando un coeficiente de correlación ($r = 0.9767^{**}$) y un coeficiente de determinación de 0.9539, que indica que el 95.39% de la variación de su rendimiento se debe al número de días de déficit hídrico.

El coeficiente de regresión ($b = 0.1434^{**}$) indica que por cada de estrés hídrico transcurrido, el rendimiento de limonero sutil se incrementará en 143.4 kg/ha.

La ecuación lineal que permite establecer el rendimiento total del limonero sutil por hectárea en función los días de agoste es:

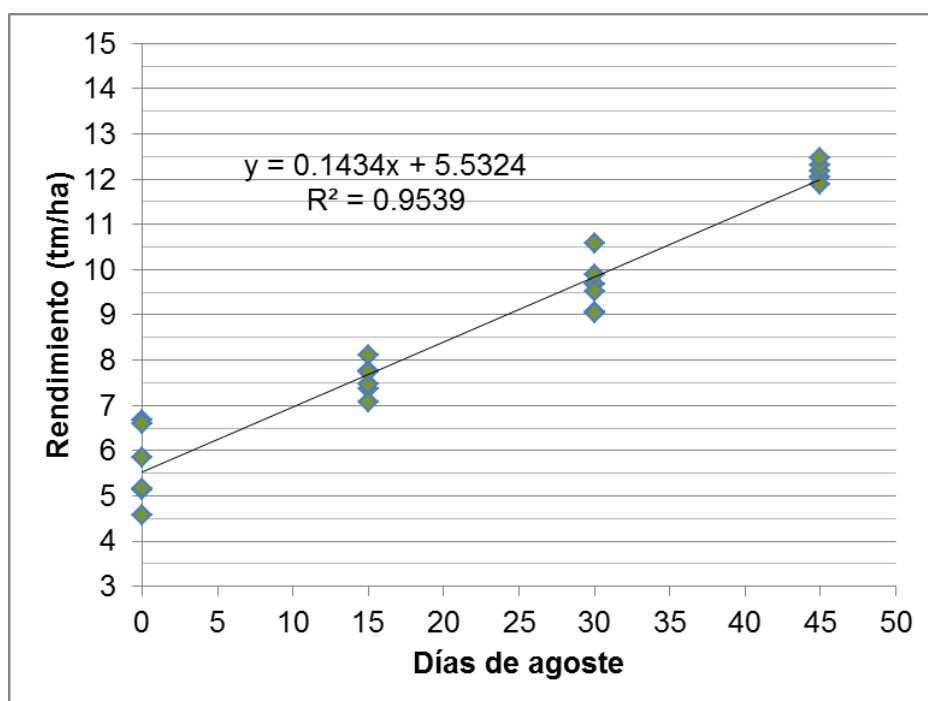
$$Y = 5.5324 + 0.1434X$$

Dónde:

Y= Rendimiento de limonero sutil en tm por hectárea.

X= Cantidad de racimos por árbol

Gráfico N° 16. Regresión lineal del número de días de déficit hídrico sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.



Considerando las regresiones y correlaciones de las características biométricas evaluadas, podemos decir que el 75.19 % de la variación del rendimiento del limonero sutil, se debe al número de inflorescencias y al número total de flores por árbol. Los resultados del análisis de regresión entre el rendimiento y número de inflorescencia por árbol, así como, rendimiento y número de flores por árbol, indican resultados altamente significativos para cada asociación; con un coeficiente de correlación de $r = 0.8671^{**}$ para ambos casos; indicando que el número de inflorescencias y el número de flores por árbol, están asociadas de forma directa. Con los resultados obtenidos, rechazamos la hipótesis nula, demostrando que el déficit hídrico y remoción de flores y frutos influye sobre la intensidad floral en limonero sutil.

El 88.06 % de la variación del rendimiento del limonero sutil, se debe al peso del fruto por árbol. Los resultados del análisis de regresión entre ambas variables, indican resultados altamente significativos para la asociación; con un coeficiente de correlación de $r = 0.9384^{**}$; indicando que el peso del fruto por árbol está asociado de forma directa con el rendimiento. Con estos resultados rechazamos la hipótesis nula, demostrando que el déficit hídrico y remoción de flores y frutos influye sobre el rendimiento y la calidad en limonero sutil.

El 63.31 % de la variación del rendimiento del limonero sutil, se debe al diámetro del fruto por árbol. Los resultados del análisis de regresión entre ambas variables, indican resultados altamente significativos para la asociación; con un coeficiente de correlación de $r = 0.7957^{**}$; indicando que el diámetro del fruto por árbol está asociado de forma directa con el rendimiento. Con estos resultados rechazamos la hipótesis nula, demostrando que el déficit hídrico y remoción de flores y frutos influye sobre el rendimiento y la calidad en limonero sutil.

El 95.39 % de la variación del rendimiento del limonero sutil, se debe al número de días de agoste. Los resultados del análisis de regresión entre ambas variables, indican resultados altamente significativos para la asociación; con un coeficiente de correlación de $r = 0.9767^{**}$; indicando que el déficit hídrico está asociado de forma directa con el rendimiento. Con estos resultados rechazamos la hipótesis nula, demostrando que el déficit hídrico influye sobre el rendimiento en limonero sutil.

5. CONCLUSIONES

1. Con 45 días de déficit hídrico y remoción de flores y frutos se obtuvieron el mayor número de inflorescencias (925.23 por árbol) y el mayor número de flores (18506.7 por árbol), superando estadísticamente al resto de tratamientos; con el testigo sólo se obtuvieron 228.67 inflorescencias y 4573.33 flores.
2. Con 45 días de déficit hídrico y remoción de flores y frutos se obtuvo el mayor rendimiento con 39.03 kg/árbol, 12.22 tm/ha, superando estadísticamente al resto de tratamientos; con el testigo sólo se obtuvieron 15.83 kg/árbol y 4.96 tm/ha.
3. Con 45 días de déficit hídrico y remoción de flores y frutos se obtuvo frutos de mejor calidad externa con 39.9 mm de diámetro y 38.85 g. por fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos, con el testigo se obtuvieron frutos con 37.03 mm de diámetro ecuatorial y 28.84 g. de peso de fruto.
4. Con 45 días de déficit hídrico y remoción de flores y frutos se obtuvo frutos de mejor calidad interna con 8.27 % de sólidos solubles totales y 45.68% de jugo), superando estadísticamente a los demás tratamientos, con el testigo se obtuvieron frutos con 7.98 % de sólidos solubles totales y 37.11% de jugo.
5. Con 45 días de déficit hídrico y remoción de flores y frutos se obtuvo frutos de mejor calidad interna con 6.44 % de acidez, superando estadísticamente a los demás tratamientos, con el testigo se obtuvieron frutos con 6.37 % de acidez.
6. El déficit hídrico y la remoción de flores y frutos en limonero sutil, influyó positivamente en la productividad y calidad, con un alto nivel de asociación ($r= 0.9767$) y un gran porcentaje de dependencia ($r^2=0.9539$).
7. Ambas estrategias pueden actuar de manera independiente, sin embargo, aplicadas en asociación se obtuvieron mejores resultados, logrando 2.4 veces más la producción (12.22 tm/ha) y obteniendo frutos con mejor calidad externa e interna, con respecto al testigo (4.96 tm/ha).
8. El limonero sutil sometido a una suspensión de riego por 30 y 45 días incentivó un buen número de yemas florales con 606 y 346.33 inflorescencias por planta respectivamente en un corto periodo, sin embargo adicionando la

eliminación de flores y frutos incrementó la floración debido a que disminuyó la competencia sobre las nuevas flores con 925.33 y 448.67 inflorescencias por planta.

9. La intensidad de floración influenció directamente al porcentaje de frutos cuajados, a mayor número de flores, menor porcentaje de frutos cuajados (T8: 18506 flores por árbol y 42.83% de cuajado) esto debido a la competencia de metabolitos y aparición de hormonas reguladoras del cuaje; por ende la intensidad de floración influye en el tamaño y peso del fruto (T8: 39.9 mm y 38.85 g.), debido a que habrá menos competencia por carbohidratos. Mejorando los componentes del rendimiento: número de flores, tamaño y peso de fruto, se incrementó la producción en tm/ha (T8: 12.22 tm/ha).

6. RECOMENDACIONES

1. Programar trabajos de investigación similares, considerando una evaluación de intensidad floral en la campaña posterior a los tratamientos con mayor rendimiento.
2. Promover las estrategias agronómicas del déficit hídrico y remoción de flores y frutos en limonero sutil, con el fin de obtener materia prima fuera de época, mejorar la calidad y producción, logrando altos precios en el mercado; y promover el ahorro en el consumo hídrico.
3. Repetir el ensayo en tiempo y espacio, considerando aumentar el número de días de déficit hídrico hasta llegar al punto de marchitez, aplicando métodos para medir la humedad en el suelo.
4. Realizar análisis foliares, antes y después de ejecutar el déficit hídrico y la remoción de frutos, con el fin de determinar las variaciones de macro y micronutrientes presente en las hojas.
5. Con el fin de ahorrar en la labor de remoción de flores y frutos, se recomienda realizar la eliminación de flores y frutos mediante el **raleo químico** utilizando Ácido naftalenacético (ANA).

7. RESUMEN

En el fundo “San Pedro”, ubicado en el pueblo joven Cahuide, distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque, a 64 msnm, se evaluó el efecto del estrés hídrico y raleo de flores y frutos y sus combinaciones, para inducir la floración y producción fuera de época, así como sus efectos en la calidad del fruto en limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*).

Las labores culturales y ejecución del proyecto se realizaron en el mes de Mayo; se evaluó el déficit hídrico durante 15, 30 y 45 días de manera individual; en combinación con remoción de flores y frutos, sólo remoción de flores y frutos y un testigo al cual no se le aplicó ningún tratamiento. El análisis estadístico de las variables obtenidas se ejecutó mediante un análisis de varianza (ANAVA) basado en el modelo de diseño experimental de Bloques Completos al Azar y la prueba de significación F; cuando los promedios de las variables evaluadas en cada tratamiento evaluado mostraron diferencias estadísticas significativas, se aplicó la prueba de comparación de Duncan.

Los diferentes tratamientos estudiados influyeron en forma significativa sobre el número de inflorescencias, número total de flores, peso y diámetro de fruto, rendimiento total, porcentaje de SST y de jugo; pero no se encontraron diferencias estadísticas con el porcentaje de acidez.

Los resultados indicaron que el rendimiento por hectárea fue estadísticamente igual para el tratamiento de 45 días de déficit hídrico más remoción de flores y frutos y 45 días de déficit hídrico; sin embargo con un rendimiento de 12216 kg de limón sutil por hectárea, los árboles tratados con 45 días de agoste y raleo de flores y frutos, fue numéricamente superior a los demás tratamientos. La parcela testigo, ocupó el último lugar de la tabla de rendimiento, con una producción de 4954 kg de limón sutil por hectárea.

El mayor ingreso neto se obtuvo en la unidad experimental donde se trataron árboles de limonero sutil con 45 días de agoste y raleo de flores y frutos, con un valor de 4730.49 \$y un índice de rentabilidad de 2.24.

Una vez culminada la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El limonero sutil sometido a una suspensión de riego por 30 y 45 días incentivó un buen número de yemas florales en un corto periodo, sin embargo adicionando la eliminación de flores y frutos incrementó la floración debido a que disminuyó la competencia sobre las nuevas flores.
- El déficit hídrico y la remoción de flores y frutos en limonero sutil, influyó positivamente en la productividad y calidad, con un alto nivel de asociación y un gran porcentaje de dependencia.
- Ambas estrategias pueden actuar de manera independiente, sin embargo aplicadas en asociación se obtuvieron mejores resultados, logrando triplicar la producción y obteniendo frutos con mejor calidad externa e interna, con respecto al testigo.
- Los tratamientos aplicados sobre el limonero sutil, no influenciaron significativamente sobre el porcentaje de acidez (%A).

}

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO YP. 2008. Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. FAO: 1-21
2. AGUSTÍ, M. 1987. El cuajado del fruto en los agrios. Algunos aspectos de interés. Agrícola Vergel. 47: 173-179.
3. AGUSTÍ, M. 2003 Citricultura Segunda edición Ed Mundiprensa (España) 423p
4. Agustí, M., A. Martínez; C. Mesejo; M. Juan; V. Almela. 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Seminario Internacional de Cítricos. Quillota. 24 de julio de 2003. pg 16-25. Agustí, M. 2004. Fruticultura. 493 p. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.
5. Agustí M y Almela V. 1984. Mejora de la calidad del fruto de la mandarina Satsuma. Bco. de Santander, Madrid, España. ISBN: 84-398-1798-3. ,
6. Amorós, C. M. 1999. Producción de Agrios. 2da edición Mundo-Prensa Madrid- Barcelona. México.
7. Ariza, R.; Cruza ley, R., Vásquez, E., 2004. Efecto de las labores culturales en la producción y calidad de limón mexicano de invierno. Revista Fitotécnica Mexicana volumen 27 - México.
8. Arbona, V., Iglesias, D.J., Jacas, J., Primo-Millo, E., Talón, M., Gómez-Cadenas, A. (2005) Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant Soil*, 270:73-82.
9. Arbona, V., Gómez-Cadenas, A. (2008) Hormonal modulation of citrus responses to flooding. *J. Plant Growth Regul.* 27: 241-250.
10. Arbona, V., Hossain, Z., López-Climent, M.F., Pérez-Clemente, R.M., Gómez-Cadenas, A. (2008) Antioxidant enzymatic activity is linked to waterlogging stress tolerance in citrus. *Physiol. Plant.* 132:452-466.
11. Aubert, B. y Lossois, P. 1972. Considerations sur la phenologie des especes fruitieres arbustives. *Fruits* 2 (4):269 - 286.

12. Ballester, C.; Castel, J.; Intrigliolo, D. S.; y Castel, J. R. 2011. Response of clementine trees to summer deficit irrigation. Yield components and fruit composition. *Agric. Water Manag.* 98:1027 – 1032.
13. Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: *Handbook of agricultural meteorology*. Griffiths, J. F (Ed.). Oxford Univ. Press. New York. 189-202 pp.
14. BECERRA, S. R. & GUARDIOLA J. L. Inter-relationship between flowering and fruiting in sweet orange, cultivar Navelina. In: *Proceedings of the International Society of Citriculture*. 1984. Vol. 1. p. 190-194.
15. Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
16. BOWER, J. 2000. Water stress in citrus and its alleviation. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*. IX Congress 2000. 630-633.
17. Borroto, C. N.; Borroto, A. T. *Citricultura tropical*. Tomo I. Habana, Ministerio de educación superior, 1991. 227p
18. Brakke, M.P., Allen, L.H. (1995) Gas exchange of Citrus seedlings at different temperatures, vapor-pressure deficits, and soil water contents. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120: 497-504.
19. Brenner ML. Y Cheik N. 1995 The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. *Plant hormones* Davies Pj. Kluwer Academic Publishers 649 – 670.
20. BUSTAN, A.; ERNER, Y. & GOLDSCHMIDT, E. Interactions between developing Citrus fruits and their supportive vascular system. In: *Ann. Bot.* 1995. Vol. 76. p. 657-666.
21. Carlson R D, A J Croveti (1990) Commercial uses of gibberellins and cytokinins and new areas of applied research. In: *Plant Growth Substances* 1988. R P Pharis RP, S B Rood (eds). Springer-Verlag. pp: 604-611.

- 22.Cassin, J., J. Bourdeaut, J. Fougue, V. Furan, J.P. Galliard, J. LeBourdelles, G. Montagut y C. Moreuil. 1969. The influence of climate upon the blooming of citrus in tropical areas. Proc. Intl. Soc. Citricult. 1, 315-399.
- 23.Cañizares et al., 2003; Cañizares A, Puesme R, Laverde D. 2003. Determinación de la curva de crecimiento y desarrollo del fruto de la lima persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en el estado de Monagas. XV Congreso Venezolano de Botánica. pp:54-55
- 24.Chandler W.. H. 1962. Frutales de Hoja Perenne, lera. Edición. UTEHA. México. 667 p.
- 25.CHILDERS, N. 1978. Fruticultura moderna. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 974 p.
- 26.COELHO, Y. y V. MEDINA. 1992. Fruit thinning in citrus. In: International Seminar on Citrus Physiology (2nd, SP, Brasil). Proceedings. pp.199-203.
- 27.COOPER, 1951. Salt tolerance of varius rootstocks. Ann. Río grande Vall Hort. Soc. Proceedinng5: 46 – 52.
- 28.Davies, F.S., Albrigo, L.G. (1994) Citrus. C. A. B. International, Great Britain.
- 29.Davies y Albrigo (1999) Davies, F. S. y L.G. Albrigo. 1999. Citricos. CAB international. Wallingford, U.K. Editorial Acribia S.A. 283 p.
- 30.Davenport, T.L. 1990. Citrus flowering. Agricultura! Experiment stations Journal series No. R- 00042. University of Florida. IFAS. Tropical Research and Education Center. Pp. 350-407.
- 31.Del Rivero JM 1994 Efecto de factores naturales y de origen mixto sobre los cítricos, 2ª edición ampliada Edit Universidad Politécnica de Valencia 328p
- 32.Díaz, D.H. 2002. Fisiología de árboles frutales. Ed AGT. Editor S.A. México. D.F. pp: 114-353.
- 33.Dirección General de Normas.1976. Norma concuerda con el Proyecto de Norma Panamericana COPANT 7:3- 064 Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación de la acidez titulable. Octubre 1976.

34. DOWNTON, W . J. S., GRANT, W . J. R. & LOVFEVS, B. R. (1987). Diurnal changes in the photosynthesis of field-grown grapevines. *New Phytologist* 105, 7f-80.
35. ERNER, Y.; ARTZI, B.; TAGARI, E.; SHIENA, F. & HAMOU, M. 2000. Carbohydrate and vascular bundle effects on citrus fruit set. *Proc. Intl. Soc. Citriculture*, 1: 693-698.
36. García Luis A, Fornés F, Sanz A, Guardiola JL, 1988. The regulation of flowering and fruit set in citrus. Relationship with carbohydrate levels. *Israel J. Bot*, 37; 189 – 201
37. García-Sánchez, F.; Carvajal, M.; Porras, I.; Botía, P.; y Martínez, V. 2003. Effects of salinity and rate of irrigation on yield, fruit quality and mineral composition of Fino 49' lemon. *Europ. J. Agron.* 19:427 - 437.
38. García-Sánchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botía, P., Pérez-Pérez, J.G. (2007) Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiol. Plant.* 130:532-542.
39. Garzón DL 2012 Evaluación de la influencia del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de la naranja "valencia" (*Citrus sinensis* O) en el piedemonte llanero de Colombia Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia (Bogotá).
40. GILLASPY, G.; BEN-DAVID, H. & GRUISSEM, W. Fruits: A developmental perspective. In: *Plant Cell*. October 1993. Vol. 5, No 10. p. 1439–1451.
41. Ginestar C, Castel JR Response of young Clementine citrus trees to water stress during different phenological periods *The Journal of Horticultural Science*, 1996 a; 71 (4): 551-559.
42. GOLDSCHMIDT, E.E. y K.E. KOCH. 1996. Citrus. In: Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-Sink relationships. Editado por Zamski, Eli y Arthur Schaffer. Marcel Dekker, Inc. New York.
43. Goldschmidt, E.E. y Monselise, S.P. 1977. Physiological assumptions toward the development of citrus fruiting model. *Proc. Intl. Soc. Citriculture* 2, 668-672.

44. Goldschmidt, E. E. y Monselise, S. P. 1972. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. In: D.J. Carr (ed) Plant Growth Substances Springer Verlag, NY. p.758-766
45. Goldschmidt, E. E. y Golomb, A. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. Journal of the American Society for Horticultural Science 107:206-208.
46. Gómez-Aparisi J El riego en la producción frutal Necesidades hídricas: Riego tradicional y microirrigación *Riegos y Drenajes XXI*, 1991; 48: 18-24
47. Gómez-Cadenas A, Tadeo FR, Talon M, Primo-Millo E. Leaf abscission induced by ethylene in water stressed intact seedling of Cleopatra mandarin requires previous abscisic acid accumulation in roots. Plant Physiol, 1996; 112: 401-408.
48. GÓMEZ-CADENAS, A., J. MEHOUACHI, F.R. TADEO, E. PRIMO-MILLO y M. TALÓN. 2000. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. Planta. 210: 636-643.
49. González-Altozano P, Castel JR Regulated deficit irrigation in "Clementina de Nules" citrus trees II: Vegetative effects *The Journal of Horticultural Science Biotech*, 2000;75 (4): 388-392
50. GOREN, R. 1981. Regulating the abscission process in citrus by growth substances. Acta Horticulturae. 120: 59-69.
51. GUARDIOLA, J., V. ALMELA, y M. BARRÉS. 1988. Dual effect of auxins on fruit growth in satsuma mandarin. Scientia Horticulturae, 34: 229-239.
52. Guardiola, J. 1992. Fruit set and growth. Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology. pp. 1-29
53. GUARDIOLA, J. L. Regulation of flowering and fruit development: Endogenous factors and exogenous manipulation. Proc Int Soc Citriculture. 2000. Vol. 9. p. 342-346.
54. GUARDIOLA, J. y A. GARCÍA-LUIS. 1997. Thinning effects on citrus yield and fruit size. Proc. Symposium Plant Bioregulators (8th. Valencia). pp.463-473

55. GUARDIOLA, J. L. & GARCÍA-LUIS, A. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. In: Plant Growth Regul. 2000. Vol. 31. p. 121-132.
56. Hardy y Sanderson (2010) Hardy S, Sanderson G. 2010. *Citrus* maturity testing. Prime fact 980:1-6.
57. Hilgeman, R.H. 1977. Response of citrus trees to water stress in Arizona. Proc. Intl. Soc. Citricult. 1, 70-74.
58. Hoad G V. 1978. The role of seed derived hormones in the control of flowering in apple. Acta Horticulturae. 80: 93-103
59. HORANIC Y GARDNER, 1959. Relative wilting of orange trees on various rootstocks. Sta . Hort. Soc. Proceedings 72:77
60. Huff (1984), Huff A. 1984. Sugar regulation of plastid interconversions in epicarp of citrus fruit. Plant Physiol., 76: 307-312.
61. IDSO, S. B.; KIMBALL, B. A. & ALLEN, S. G. Net photosynthesis of sour orange trees maintained in atmospheres of ambient and elevated CO₂ concentration. In: Agric Forest Meteorol. 1991. Vol. 54. p. 95-101.
62. IWAHORI, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2: 263-370.
63. Kato ,Tanaka Y, and Yamao M. H. 2004. Annual changes in concentrations of abscisic acid-glucosyl ester in Citrus fruits and leaves. *Plant Cell and Physiology* 45: 77.
64. Kays, 1997 Kays, S. 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Exon Press. Athens, GA.
65. Landanilla, 2008 Landanilla MS. 2008. Fruit morphology, anatomy and physiology. Capitulo 2-7. Citrus fruit. Biology, Technology, and Evaluation. First edition. Academic Press. India.
66. Lovatt C J, Zheng Y and Hake K D. 1988a. Demonstration of a Change in Nitrogen Metabolism Influencing Flower Initiation in Citrus. *Israel Journal of Botany* 37: 181-188.

67. Luckwill L C. 1974. A new look at the process of fruit bud formation in apple. XIX Intern. Hort. Cong., Warsaw 3: 237-245
68. Martínez Fuentes, El tiempo de permanencia del fruto en el árbol y su relación con la floración en los cítricos. Valencia, junio 2010
69. MARTINEZ (1995) por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro 06).
70. Marschner, 2002 Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Londres. 889 p.
71. MEHOUACHI, J., D.J. IGLESIAS, F.R. TADEO, M. AGUSTI, E. PRIMOMILLO y M. TALÓN. 2000. The role of leaves in citrus fruitlet abscission. Effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. Jr. Hortic. Sci & Biotechnol. 75: 79-85.
72. Molinari, H.B.C., Marur, C.J., Filho, J.C.B., Kobayashi, A.K., Pileggi, M., Júnior, R.P.L., Pereira, L.F.P., Vieira, L.G.E. (2004) Osmotic adjustment in transgenic citrus rootstock Carrizo citrange (*Citrus sinensis* Osb. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.) overproducing proline. *Plant Sci.* 167:1375-1381.
73. Monselise S P, Goldschmidt E E and Golomb A. 1981. Alternate bearing in citrus and ways of control. Proc. Int. Soc. *Citriculture*, 1: 232-242.
74. Monselise, S.P., 1973. Recent advances in the understanding of flower formation in fruit trees and its hormonal control. *Acta Hort.*, 34: 457--467.
75. MOSS, G.; STEER, B. & KRIEDEMANN, P. 1972. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit setting by sweet oranges (*Citrus sinensis*). *Physiol. Plant.* 27: 432-438.
76. Moreno, P. (2009) Plant responses to water deficit stress. A review. *Agron. Colomb.* 27:179-191.
77. Morin Ch., L. 1980. Cultivo de Cítricos en México, pp. 421-423.
78. Nir. I., Goren. R. y Leshe, B. Effects of water stress, gibberellic acid and 2-chloroethyltrimethyl-ammoniumchloride (CCC) on flower differentiation in Eureka lemon trees. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 97,774-8.

79. NIR, I.; GOREN, R. & LESHEM, B. Effect of water stress, gibberellic acid and 2-chloroethyl triethylammonium chloride (CCC) on flower differentiation in "Eureka" lemon. In: J. Am. Soc. Hortic. Sci. 1972. Vol. 97. p. 774-778
80. OTERO, A. 2003. Categorías de floración en los cítricos 'Satsuma'. INIA. Hoja de Divulgación N° 81.
81. Orduz-Rodríguez, J.O. y G. Fischer. 2007. Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina 'Arrayana' en el piedemonte llanero de Colombia. Agron. Colomb. 25(2), 255-263.
82. Ortuño, M. F.; Alarcón, J.J.; Nicolás, E.; y Torrecilla, A. 2004. Interpreting trunk diameter changes in young lemon trees under deficit irrigation. Plant Sci. 167:275 - 280.
83. OZGA Y OTROS
84. PARRA Q., R. Á.; ORTIZ F., P. 2003. Manejo del riego en manzano mediante Déficit de Riego Controlado (DRC). IX Simposium Internacional sobre el Manzano "Agua y conservación del Ecosistema". 5, 6, 7 y 8 de Noviembre del 2003. Cd. Cuauhtémoc, Chih., México.
85. R. A. Parra Quezada¹, T. L. Robinson, J. Osborne y L. B. Parra Bujanda, 2007. Efecto de carga de fruto y déficit hídrico en la calidad y producción de manzana, conclusiones.
86. Peng YH, Rave E Effect of differing irrigation regimes on fruit quality, yield, fruit size and net CO₂ assimilation of Mihowase Satsuma *The Journal of Horticultural Science Biotech*, 1998; 73: 229-234
87. Pérez-Pérez JG, Robles JM, Botía P Influence of deficit irrigation in phase III of fruit growth on fruit quality in 'lane late' sweet orange *Agricultural Water Management*, 2009; 96: 969-974
88. Pimienta, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. *Fitotecnia* 7:154-179.
89. POWELL, A. A. & KREZDORN, A. H. Influence of fruit-setting treatment on translocation of metabolites-C-14 in Citrus during flowering and fruiting. In: J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1977. Vol. 102, No. 6. p. 709-714.

90. PRALORAN, J.C. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona: Blume, 1977. 520 p
91. Quiñones, A.; Martínez-Alcántara, B.; y Legaz, F. 2007. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees. *Agric. Ecosyst. Environ.* 122:399 - 409.
92. RAZETO, B. y LONGUEIRA, J. 1987. Inducción de floración otoñal en limonero mediante deficit hídrico y remoción de frutos. *Levante Agrícola*. 275-276: 120-122.
93. REBOLLEDO, A.; GARCÍA, Luis A. y GUARDIOLA, J. L. Efecto del ácido indolacético sobre el desarrollo in vitro de los tejidos del fruto del naranjo dulce. En: *Acta Agronómica*. 2007. Vol. 56, No. 4. p.177 – 185.
94. Reuther, W. 1973. Climate and citrus behavior. pp. 281-337. En; Reuther W., L.D. Batchelor y H.J. Webber (eds.). *Citrus industry*. Vol. 3. University of California, Div. Agr. Sci., California.
95. Schneider H. 1968. The anatomy of Citrus. En: *The Citrus Industry*, vol. II, Reuther W, Batchelor LD y Webber HJ (Eds.), University of California, Div. Agric. Sci., California, E. E. U. U.
96. Rodríguez-Gamir J, Primo-Millo E, Forner J B, Forner-Giner MA Citrus rootstock responses to water stress *Scientia Horticulturae* 2010;126(2): 95-102 .
97. Ruiz, R., A. García – Luis, C. Monerri y J.L.Guardiola. 2001. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. *Annals of botany* 87:805 - 812.
98. Salisbury F. B. y C. W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. México: Grupo Editorial Iberoamericana. 759p..
99. Sdiri *et al.*, 2011 Sdiri S, Navarro P, Monterde A, Benabda J, Salvador A. New degreening treatments to improve the quality of citrus fruit combining different periods with and without ethylene exposure. *Postharvest Biol Tec*, 2011; 63: 24-32.

100. Spiegel-Roy y Golschmidt, 1996) Spiegel-Roy, P. y Goldschmidt, E.E.1996. Biology of citrus. Cambridge University Press, U.K, 230 p.
101. Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Primera edición. McGraw-Hill de México. Impreso en México
102. SYVERTSEN, J.P., C. GOÑI y A. OTERO. 2003. Fruit load and shading affect leaf photosynthesis and carbohydrate. Plant Physiology. 23(13) Setiembre. In press.
103. TALON, M. 1997. Regulación del cuajado del fruto en cítricos: evidencias y conceptos. Levante Agrícola, 1er trimestre, 338: 27-37.
104. TALÓN , MEHOUACHI, J., D.J. IGLESIAS, F.R. TADEO, M. AGUSTI y E. PRIMO-MILLO. 2000. The role of leaves in citrus fruitlet abscission. Effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. Jr. Hortic. Sci & Biotechnol. 75: 79-85.
105. TALÓN, M.; MEHOUACHI, J.; MOLTALVÁN, J.; TUDELA, E. & VILLALBA, D. 1999. Factores que afectan a la abscisión y cuajado de los frutos de los cítricos. Levante Agrícola, 346: 5-13.
106. Talón M., Zacarías L y Primo-Millo E. 1992. Gibberellins and parthenocarpic ability in developing ovaries of seedless mandarins. Plant Physiol., 99: 1575-1581.
107. Tejacal Rafael Ariza Flores, Rafael Ambriz Cervantes Irán Alia. Producción de limón persa en época de oferta escasa 2011
108. Toma J, J.L. Rubio (2008). Estadística Aplicada. Segunda Parte. Apuntes de Estudios N° 59. CIUP. Universidad del Pacífico. Lima
109. Vélez, J., Intrigliolo, D. y Castel, J. (2011). Programación de riego en base a sensores de medida del estado hídrico del suelo y de la planta. Revista Científica Actualidad y Divulgación Científica U.D.C.A, 14(2), 65-73.
110. VIEGAS, F. 1980 Salibe, A.A. 1980. Citricultura: problemas importantes de outros países. En: Rodríguez, O. y Viegas, F.C. (eds.). Citricultura Brasileira. Vol. 2. Fundación Cargill, Campinas, Brasil. pp. 719-739.

111. Wiegand CL, Swanson WA Citrus response to irrigations III Tree trunk and canopy growth *J. Río Grande Valley Hortic. Soc*, 1982; 35: 97-107
112. Zobel, 1984). Zobel, H. 1984. Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. pp. 285-311. En: Whistler, R., J. BeMiller y E. Paschall (eds.). Starch: chemistry and technology. Academic Press, London.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO N° 01: Evaluaciones de laboratorio.

Tratamientos	Rep.	Evaluación Organoléptica							Evaluación Visual		
		% JUGO	pH	GASTO NaOH	%acidez	SST	Peso de fruto (gr.)/ árbol	Diámetro de fruto (mm.)/ árbol	Categoría	Forma	Color
T1: testigo	R1	37.40	3	19.4	6.38	7.8	29.40	37.50	Segunda	oval	Verde caña
T1: testigo	R2	36.90	3	19.4	6.37	7.6	28.50	36.40	Segunda	oval	Verde caña
T1: testigo	R3	37.03	3	19.4	6.37	7.8	28.62	37.20	Segunda	oval	Verde caña
T2: solo remoción de flores y frutos	R1	38.45	3	19.4	6.38	7.8	29.55	37.50	Segunda	oval	Verde caña
T2: solo remoción de flores y frutos	R2	39.20	3	19.4	6.37	7.8	29.85	37.70	Segunda	oval	Verde caña
T2: solo remoción de flores y frutos	R3	38.97	3	19.4	6.37	7.8	29.24	36.80	Segunda	oval	Verde caña
T3: 15 días de déficit hídrico	R1	40.41	3	19.4	6.37	7.8	30.80	38.27	Primera	globosa	Verde caña
T3: 15 días de déficit hídrico	R2	38.50	3	19.4	6.38	8.0	30.01	37.04	Primera	oval	Verde caña
T3: 15 días de déficit hídrico	R3	38.96	3	19.4	6.38	7.8	31.71	39.02	Primera	globosa	Verde caña
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	40.12	3	19.4	6.36	8.0	30.98	38.32	Primera	globosa	Verde caña
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	39.68	3	19.4	6.39	8.0	29.87	37.00	Primera	oval	Verde caña

Tratamientos	Rep.	% JUGO	pH	GASTO NaOH	% acidez	SST	Peso de fruto (gr.)/árbol	Diámetro de fruto (mm.)/árbol	Categoría	Forma	Color
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	40.00	3	19.4	6.39	7.8	32.03	39.45	Primera	globosa	Verde caña
T5: 30 días de déficit hídrico	R1	44.65	3	19.4	6.37	8.0	33.29	38.80	Primera	globosa	Verde caña
T5: 30 días de déficit hídrico	R2	44.10	3	19.4	6.39	8.0	34.77	39.30	Primera	globosa	Verde caña
T5: 30 días de déficit hídrico	R3	43.89	3	19.4	6.40	8.0	34.56	39.25	Primera	globosa	Verde caña
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	45.00	3	19.4	6.38	8.2	34.01	39.20	Primera	globosa	Verde caña
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	44.97	3	19.4	6.40	8.2	34.12	39.20	Primera	globosa	Verde caña
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	45.12	3	19.4	6.37	7.8	34.71	38.95	Primera	globosa	Verde caña
T7: 45 días de déficit hídrico	R1	45.73	3	19.5	6.40	8.2	40.23	39.45	Primera	globosa	Verde caña
T7: 45 días de déficit hídrico	R2	44.85	3	19.5	6.39	8.2	38.54	39.20	Primera	globosa	Verde caña
T7: 45 días de déficit hídrico	R3	45.93	3	19.5	6.40	8.2	36.51	39.00	Primera	globosa	Verde caña
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	45.82	3	19.6	6.43	8.2	41.01	40.85	Primera	globosa	Verde caña
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	45.20	3	19.6	6.38	8.2	39.20	39.82	Primera	globosa	Verde caña
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	46.02	3	19.6	6.50	8.4	36.33	39.02	Primera	globosa	Verde caña

9.2. ANEXO N° 02: Evaluaciones de campo.

Tratamientos	Rep.	N° Inflores./árbol	N° total de flores/ árbol	%Cuajado/ árbol	Rendimiento kg/árbol	Rendimiento tm/ha
T1: testigo	R1	245	4900	44.39	16.38	5.13
T1: testigo	R2	219	4380	53.06	16.48	5.16
T1: testigo	R3	222	4440	49.32	14.64	4.58
T2: solo remoción de flores y frutos	R1	149	2980	47.92	18.70	5.85
T2: solo remoción de flores y frutos	R2	216	4320	53.77	21.30	6.67
T2: solo remoción de flores y frutos	R3	206	4120	55.41	21.10	6.60
T3: 15 días de déficit hídrico	R1	367	7340	47.92	24.80	7.76
T3: 15 días de déficit hídrico	R2	311	6220	47.20	23.50	7.36
T3: 15 días de déficit hídrico	R3	315	6300	49.24	22.60	7.07
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	294	5880	43.11	25.90	8.11
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	352	7040	44.06	23.90	7.48
T4: 15 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	354	7080	45.78	24.73	7.74
T5: 30 días de déficit hídrico	R1	298	5960	49.23	29.00	9.08
T5: 30 días de déficit hídrico	R2	461	9220	44.13	30.90	9.67

Tratamientos	Rep.	N° Inflores./árbol	N° total de flores/ árbol	%Cuajado/ árbol	Rendimiento kg/árbol	Rendimiento tm/ha
T5: 30 días de déficit hídrico	R3	280	5600	58.68	28.90	9.05
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	441	8820	43.36	31.60	9.89
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	485	9700	46.12	30.40	9.52
T6: 30 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	420	8400	47.37	33.80	10.58
T7: 45 días de déficit hídrico	R1	591	11820	43.49	38.50	12.05
T7: 45 días de déficit hídrico	R2	632	12640	44.89	38.50	12.05
T7: 45 días de déficit hídrico	R3	595	11900	42.82	38.90	12.18
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R1	884	17680	42.91	38.00	11.89
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R2	969	19380	43.08	39.30	12.30
T8: 45 días de déficit hídrico + remoción de flores y frutos	R3	923	18460	42.51	39.80	12.46

9.3. ANEXO N° 03: Análisis de varianza de las características evaluadas.

Cuadro N° 16. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número de inflorescencias por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	1212572.29	134730.25	80.25	< 0.0001
Bloque	2	10516.33	5258.17	3.13	0.0751
Tratamientos	7	1202055.96	171722.28	102.29**	<0.0001
Error	14	23503.67	1678.83		
Total	23	1236075.96			

Cuadro N° 17. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el número total de flores por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	485028916.7	53892101.85	80.25	< 0.0001
Bloque	2	4206533.33	2103266.67	3.13	0.0751
Tratamientos	7	480822383.3	68688911.9	102.29**	<0.0001
Error	14	9401466.67	671533.33		
Total	23	494430383.3			

Cuadro N° 18. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el porcentaje de frutos cuajados por planta en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	305.28	33.92	3.33	0.0217
Bloque	2	51.89	25.95	2.55*	0.01139
Tratamientos	7	253.39	36.20	3.55*	0.0207
Error	14	142.57	10.18		
Total	23	447.85			

Cuadro N° 19. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en kg por árbol en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	1464.67	162.74	108.88	< 0.0001
Bloque	2	0.19	0.09	0.06	0.9392
Tratamientos	7	1464.48	209.21	139.97**	<0.0001
Error	14	20.93	1.49		
Total	23	1485.59			

Cuadro N° 20. Análisis del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el rendimiento en toneladas métricas por hectárea en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	143.49	15.94	108.88	< 0.0001
Bloque	2	0.02	0.01	0.06	0.9392
Tratamientos	7	143.47	20.50	139.97**	<0.0001
Error	14	2.05	0.15		
Total	23	145.54			

Cuadro N° 21. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el peso promedio de fruto en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	315.09	35.01	22.35	<0.0001
Bloque	2	2.15	1.08	0.69	0.5191
Tratamientos	7	312.93	44.7	28.53**	<0.0001
Error	14	21.93	1.57		
Total	23	337.02			

Cuadro N° 22. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el diámetro ecuatorial del fruto en milímetros en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	22.03	2.45	4.97	0.0039
Bloque	2	1.19	0.59	1.21	0.3284
Tratamientos	7	20.84	2.98	6.05**	0.0021
Error	14	6.89	0.49		
Total	23	28.92			

Cuadro N° 23. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de jugo (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	256.65	28.52	144.66	< 0.0001
Bloque	2	1.11	0.55	2.81	0.0943
Tratamientos	7	255.55	36.51	185.19**	<0.0001
Error	14	2.76	0.2		
Total	23	259.41			

Cuadro N° 24. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre la acidez (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	0.01	1.1E-03	1.98	0.121
Bloque	2	1.0E -03	5.00E-04	0.88	0.4381
Tratamientos	7	0.01	1.1E-03	2.3	0.0875
Error	14	0.01	5.8E-04		
Total	23	0.02			

Cuadro N° 25. Análisis de varianza del efecto del déficit hídrico y remoción de flores y frutos sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) en la zona de Jayanca, Lambayeque, 2015

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	9	0.75	0.08	5.86	0.0018
Bloque	2	0.01	0.01	0.47	0.6365
Tratamientos	7	0.74	0.10	7.40**	0.0008
Error	14	0.20	0.01		
Total	23	0.95			

9.4. ANEXO N° 04: Análisis de varianza de regresiones.

Cuadro N° 27. Regresión lineal del número de inflorescencias por planta sobre el rendimiento por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P - valor
Regresión	1	109.428	109.428	66.66	0.0001
Error	22	36.114	1.642		
Total	23	145.542			

Cuadro N° 28. Regresión lineal del número total de flores por planta sobre el rendimiento por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P - valor
Regresión	1	109.428	109.428	66.66	0.0001
Error	22	36.114	1.642		
Total	23	145.542			

Cuadro N° 29. Regresión lineal del peso de fruto sobre el rendimiento por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P - valor
Regresión	1	128.16	128.16	162.21	0.0001
Error	22	17.382	0.79		
Total	23	145.542			

Cuadro N° 30. Regresión lineal del diámetro ecuatorial de fruto sobre el rendimiento por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P
Regresión	1	92.143	92.1428	37.96	0.0001
Error	22	53.399	2.4272		
Total	23	145.542			

Cuadro N° 31. Regresión lineal del porcentaje de frutos cuajados sobre el rendimiento por hectárea de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P
Regresión	1	39.66	39.66	8.24	0.0001
Error	22	105.882	4.8128		
Total	23	145.542			

Cuadro N° 32. Regresión lineal del contenido de jugo (%) sobre el diámetro ecuatorial de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P
Regresión	1	19.3266	193266	44.32	0.0001
Error	22	9.5936	0.4361		
Total	23	28.9202			

9.5. ANEXO N° 05. Análisis económico.

El trabajo de investigación fue ejecutado en una parcela de una hectárea; la plantación contaba con cinco años de edad y con una densidad de 313 plantas/ha.

El costo de producción está determinado para un ciclo productivo, no se ha tomado en cuenta el costo de instalación. El costo de producción en el cultivo de Limón sutil es de 1850 \$ (Costo indicado por Agroindustrias AIB S.A. 2015).

El precio de venta a mercado fue de 0.56\$ por kilogramo; el índice de rentabilidad se obtuvo relacionando el ingreso neto con el costo de producción ($IR = IN/CP$).

Análisis económico en la producción de limonero sutil (*Citrus aurantifolia* Swing.) Jayanca, Lambayeque, 2015.

OM	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Total \$	Costo de raleo*		Costo de déficit **		Costo de producción \$		Ingreso neto	IR
				Jr./Ha	Costo de Labor (\$)	Ahorro hídrico (m3)	Costo de ahorro hídrico (\$)	Sin tratamiento	Con tratamiento		
1	T8:45 días déficit hídrico+ remoción de flores y frutos	12216	6840.96	24	300	718.75	39.53125	1850	2110.47	4730.49	2.24
2	T7:45 días déficit hídrico	12091	6770.96	0	0	718.75	39.53125	1850	1131.25	5639.71	4.99
3	T6:30 días déficit hídrico+ remoción de flores y frutos	9994	5596.64	24	300	437.5	24.0625	1850	1712.50	3884.14	2.27
4	T5:30 días déficit hídrico	9264	5187.84	0	0	437.5	24.0625	1850	1412.50	3775.34	2.67
5	T4:15 días déficit hídrico+ remoción de flores y frutos	7774	4353.44	24	300	156.25	8.59375	1850	1993.75	2359.69	1.18
6	T3:15 días déficit hídrico	7396	4141.76	0	0	156.25	8.59375	1850	1693.75	2448.01	1.45
7	T2:sólo remoción de flores y frutos	6375	3570	24	300	0	0	1850	2150.00	1420.00	0.66
8	T1:Testigo	4954	2774.24	0	0	0	0	1850	1850.00	924.24	0.50

*Gasto

**Ahorro

IR= Índice de rentabilidad

9.6. ANEXO N° 06. Abreviaturas

- **°A** : Acidez.
- **ABA**: Ácido Abscísico.
- **ACC**: Ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico.
- **ANA**: Ácido Naftalenacético
- **GAs**: Giberelinas
- **RDC**: Riego Deficitario Controlado
- **SST**: Sólidos solubles totales.

9.7. ANEXO N° 06. Glosario

- **Abscisión**: Separación o caída normal de un órgano, ya sea una rama, una hoja o un fruto, al deshacerse las paredes celulares en la base de dicho órgano. Proceso selectivo que es afectado por las características de las flores o frutos.
- **Acidez**: Es el grado en el que es ácida
- **Alternancia**: Es un desbalance que genera una excesiva producción de flores y frutos que agota al árbol y lo deja sin reservas para el siguiente ciclo productivo.
- **Antesis**: Apertura de la flor para la polinización.
- **Asociación**: Relación, covarianza, correlación; entre variables representa una parte básica del análisis de datos en cuanto que muchas de las preguntas e hipótesis que se plantean en los estudios que se llevan a cabo en la práctica implican analizar la existencia de relación entre variables.
- **Calidad Interna**: Calidad o conjunto de propiedades de una cosa que permiten compararla con otras de su misma especie. Los aspectos no perceptibles: sabor, aroma, textura, valor nutritivo, ausencia de contaminantes bióticos y abióticos
- **Calidad externa**: Calidad o conjunto de propiedades de una cosa que permiten compararla con otras de su misma especie. Los aspectos externos: presentación, apariencia, uniformidad, madurez, frescura.

- **Características varietales:**
- **Correlación:** Asociación
- **Crecimiento:** Es un incremento irreversible del tamaño o volumen q se produce fundamentalmente a través del alargamiento o expansión celular. Incluye tanto división como expansión.
- **Déficit hídrico:** La falta o escasez de agua, por lo que el concepto está muy relacionado con la sequía o la escasez hídrica.
- **Dependencia:** Existe una relación matemática exacta entre ambas variables.
- **Desarrollo:** Conjunto de cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación) q hacen posible la transformación del cigoto en una planta completa.
- **Diámetro ecuatorial:** Es la medida evaluada en la parte central del fruto, sirve para determinar el calibre de los frutos.
- **Estrés:** Cambio de cualquier factor externo o ambiental, que actúe negativamente sobre un organismo afectando a la respuesta bioquímica y fisiológica de los mismos, pudiendo provocar daños o lesiones ocasionalmente.
- **Factor endógeno:** Elemento, circunstancia, influencia interna que contribuye a producir un resultado.
- **Factor exógeno:** Elemento, circunstancia, influencia externa que contribuye a producir un resultado.
- **Fisiología:** Es la ciencia que estudia las funciones de los seres vivos.
- **Flor:** Estructura de reproducción sexual característica de cierto tipo de plantas y tiene el propósito de producir semillas de nuevas plantas para la perpetuación de la especie.
- **Inflorescencia:** Conjunto de flores que nacen dentro de un sistema de ramificación (ejes).
- **Intensidad floral:** Grado de fuerza o de energía con que se manifiesta la floración.
- **Madures fisiológica:** Etapa de desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha producido el máximo desarrollo y peso. Es seguida por el envejecimiento.

- **Madurez comercial:** Estado de desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna).
- **Poda:** Remoción de partes vegetativas de la planta como: ramas apicales, algunas ramas laterales y algunas ramas basales con diversos fines.
- **Producción:** Es la elaboración de bienes y servicios, haciendo uso de diversos recursos y transformándolos.
- **Productividad:** La eficiencia con la que los insumos se transforman en productos en el sector agrícola. La productividad agrícola es impulsada por innovaciones en tareas agrícolas, cambios en la organización y estructura del sector agrícola, investigación dirigida a mejoras en la producción agrícola y / o eventos aleatorios como el clima.
- **Raleo de frutos:** Técnica de quitar parte de la fruta del árbol, antes de que éstos maduren, con efecto de aumentar la calidad de los mismos. Aclareo.
- **Raleo químico:** Es una técnica en la cuál a través de sustancias químicas, naturales o de síntesis actúan como reguladores del crecimiento, promoviendo en la mayor parte de los casos los procesos conducentes a la abscisión del fruto.
- **Remoción:** Eliminación de un órgano, ya sea una hoja o un fruto.
- **Rendimiento:** El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien.
- **Vernier:** Instrumento de medición, principalmente de diámetros exteriores, interiores y profundidades, utilizado en el ámbito industrial. El vernier es una escala auxiliar que se desliza a lo largo de una escala principal para permitir en ella lecturas fraccionales exactas de la mínima división.

