UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRONÓMO

TEMA:

"INFLUENCIA DE LAS AUXINAS Y GIBERELINAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA FRUTA DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle."

AUTOR:

VASCONEZ CALVA ANGEL TRAJANO

DIRECTOR:

ING. CELI SOTO ADRIANA DEL CARMEN Mg. Sc

SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Seguimiento y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Influencia de las auxinas y giberelinas sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle."

APROBADA POR:

Ing. Juan Flor Vinces Mg. Sc.	Ing. Francisco Arteaga Alcívar Mg. Sc.
Presidente Tribunal	**Miembro del tribunal**

Ing. Ramón Jaimez Arellano PhD.

Miembro del tribunal

CERTIFICACIÓN

ING. ADRIANA DEL CARMEN CELI SOTO Mg Sc.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulaciónn: "**INFLUENCIA DE LAS AUXINAS Y GIBERELINAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA FRUTA DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle",** es trabajo original del egresado Angel Trajano Vasconez Calva, el cual fue realizado bajo mi dirección.

Atentamente,

Ing. Adriana del Carmen Celi Soto Mg Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN

ING. GEORGE ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA. Dr. Sc

CERTIFICO:

Que he revisado, estilo y ortografía del trabajo de titulación: "**INFLUENCIA DE LAS AUXINAS Y GIBERELINAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA FRUTA DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle",** del egresado Angel Trajano Vasconez Calva, el presente trabajo de investigación ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes en el REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

Atentamente,

Ing. George alexander Cedeño Garcia. Dr. Sc.

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

A **Dios** por haberme dado la sabiduría y fuerzas para seguir adelante y no desfallecer en los malos momentos; Él, me rodea cual escudo; tú eres mi gloria; tú mantienes en alto mi cabeza (Salmos 3:3).

A mi familia

Con profundo amor a mis padres, él Sr. Marcial Vasconez Ledesma y la Sra. María Calva Sánchez por ser los pilares más importantes en mi vida, por demostrarme su cariño, por recibir sus consejos, ayuda en los momentos difíciles, apoyo incondicional. Siendo los responsables de la persona que soy; por sus valores, principios, perseverancia he llegado alcanzar esta meta.

A mis hermanos Eduardo, Édison, Maryuri, Johana, y a mi angelito en el cielo Angely por estar siempre presentes, acompañándome, apoyándome, dándome ánimo y fuerzas para alcanzar el éxito,

A mis sobrinos Roberth, Jahir y Jhonatán quienes son mi motivación, felicidad e inspiración.

A mis familiares y amigos que me ofrecieron su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

"Por ellos y para ellos"

Ángel Trajano Vasconez Calva, 2019

AGRADECIMIENTOS

A l@s docentes:

Ing. Adriana Celi Soto. Mg. Sc.

Ing. George Cedeño García. Dr Sc.

Ing. Freddy Zambrano Gavilanes PhD.

A l@s Señor@s.

Sr. Alejandro Barcia. Mg. Sc

Sr. Bryan Schuldt

Sr. Christian Álava.

Sr. Darío Moreira.

Sr. Fernando Macías.

Sr. Gregorio Bailón.

Sr. Irvin Giler.

Srta. Kimberly Véliz

Sr. Marcelo Castro

Srta. Nicol Saltos.

Srta. Mercy Santos.

Sr. Ramón Almeida.

Sr. Wacho Montes.

Ángel Trajano Vasconez Calva, 2019.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 15

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17

III. ANTECEDENTES 19

IV. JUSTIFICACIÓN 21

V. OBJETIVOS 23

5.1. General 23

5.2. Específicos 23

VI. MARCO REFERENCIAL 24

6.1. Generalidades del limón sutil 24

6.1.1. Origen y características de la variedad 24

6.1.2. Requerimientos edafo-climáticos 24

6.1.3. Principales problemas fitosanitarios. 25

6.2. Cosecha de Limón sutil. 26

6.2.1. Cosecha. 26

6.3. El fruto cítrico. 27

6.3.1. Fases de desarrollo 27

6.4. Factores que determinan el tamaño del fruto. 28

6.4.1. Factores endógenos. 29

6.4.2. Factores exógenos. 29

6.5. Métodos de mejora de calidad de fruta 30

6.5.1. Uso de Fitoreguladores..... 30

6.5.1.1. Uso de Giberelinas como potenciadores de desarrollo..... 31

6.5.1.2. Uso de auxinas como potenciadores de desarrollo..... 32

VII. MATERIALES Y MÉTODOS 34

7.1. Ubicación..... 34

7.2. Caracterización de la zona en estudio..... 34

7.2.1. Características climatológicas. 34

7.2.2. Característica pedológica 34

7.3. Diseño de campo. 35

7.3.1. Tratamientos. 35

7.4. Diseño experimental. 36

7.5. Análisis estadístico 36

7.6. Manejo del cultivo. 36

7.6.1. Riego. 36

7.6.2. Fertilización..... 36

7.6.3. Plagas y enfermedades. 37

7.7. Metodología para el objetivo 1 37

7.7.1. Variables de calidad interna de fruta 37

7.7.2. Variables de calidad externa de fruta 38

7.7.3. Variables de rendimiento..... 39

7.8. Metodología objetivo 2..... 39

7.8.1. Crecimiento de fruto..... 40

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41

10.1. Rendimiento y calidad de fruto. 41

IX. CONCLUSIONES 55

X. RECOMENDACIONES 56

XI. BIBLIOGRAFÍA 57

XII. ANEXOS 62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de suelo del sito de estudio. 34

Tabla 2: Tratamientos y factores de estudio 36

Tabla 3: Análisis de varianza (Anova) de variables de rendimiento y calidad externa de fruta de limón sutil respecto a la fase 1 de desarrollo de fruto. 41

Tabla 4: Análisis de varianza (Anova) de variables de rendimiento y calidad externa de fruta de limón sutil respecto a la fase II de desarrollo de fruto. 45

Tabla 5: Análisis de varianza (Anova) de variables de rendimiento y calidad de fruta de limón sutil respecto a la fase III de desarrollo de fruto. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la acidez pH del jugo de limón sutil. 42

Figura 2: Efecto de las dosis empleadas sobre la acidez pH del jugo de limón sutil. 43

Figura 3: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre el número de semillas en los frutos de limón sutil. 44

Figura 4: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la acidez titulable o porcentaje de ácido cítrico en el limón sutil aplicados en la fase II de desarrollo de fruto. 46

Figura 5: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil. 47

Figura 6: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la fimeza del limón sutil aplicados en la fase III de desarrollo de fruto 48

Figura 7: Efecto de las dosis empleadas sobre la firmeza del fruto de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto. 49

Figura 8: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la firmeza de los frutos de limón sutil aplicados en la fase III de desarrollo de fruto. 50

Figura 9: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto. 50

Figura 10: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto 51

Figura 11: Crecimiento polar de fruto de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm)Swingle.) fase I. 52

Figura 12: Crecimiento polar de fruto de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle.) fase II. 53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis químico del suelo cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle) 62

Anexo 2: Análisis foliar del cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle). 63

Anexo 3: instalación del sistema de riego por goteo en el cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle)..... 63

Anexo 4: Aplicación foliar de las Fitohormonas. 64

Anexo 5: control de plagas y enfermedades, y fertilización de en el cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm)Swingle)..... 64

Anexo 6: Evaluación de frutos de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle) 65

Anexo 7: Cosecha de frutos de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm)Swingle)..... 65

Anexo 8: Datos de variables en laboratorio limón sutil. 66

Anexo 9: Sacando porcentaje de ácido cítrico y acidez pH. 66

Anexo 10: Cuadros de datos meteorológicos de los meses de estudio. 67

Anexo 11: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase I. 67

Anexo 12: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase II. 68

Anexo 13: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase III. 68

Anexo 14: Datos de los contrastes testigo vs tratamientos, corresponde a la fase I, II y III

RESUMEN

El limón (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle), es una fruto que se consume a diario sea como fruta fresca o derivados, constituyéndose una fuente de ingreso significativa para los productores manabitas. Sin embargo, a pesar de su importancia existen factores que limitan la producción. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la auxina y giberelina en el rendimiento y la calidad de la fruta de limón sutil. Se utilizó un diseño de bloques completamente alzar (DBCA) con arreglo factorial. Los tratamientos fueron en función a la aplicación de dos hormonas sintéticas Ácido giberélico y Acido naftalacetico y dos dosis 15ppm y 30ppm en tres fases de desarrollo de fruto. Fue evaluado el calibre de fruto, la firmeza, número de semillas, peso de pulpa, cáscara, pH, grados Briz, acidez titulable, peso de fruto y número de frutos por árbol. Los resultados de la fase I de desarrollo de fruto mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los factores evaluados, el ácido naftalenacetico en dosis de 15 ppm redujo en contenido de acidez pH del zumo a 2,33 y el número de semillas a 6 semillas por fruto, al realizar un contraste con el testigo la aplicación de GA_3/15 ppm es significativa ($p \leq 0,05$) en el contenido de grados brix: 7,67. En la fase II, el efecto de la hormona ANA y la interacción ANA/15ppm fueron significativas ($p \leq 0,05$) para la acidez titulable obteniendo un porcentaje de 7,25 y 6,28 de ácido cítrico. En la fase III la firmeza de fruto es significativa ($p \leq 0,05$) en hormona GA_3 y la interacción GA_3/30ppm con resistencia a la penetración 6,13 kgf/cm^2 y 6,13kgf/cm^2. De acuerdo a las características de interés para el consumo de esta fruta cítrica el pH, el contenido de ácido cítrico, número de semillas, se mejoran con aplicaciones de ANA en la fase I de desarrollo de fruto en dosis de 15 ppm, y dosis de 30ppm mejora el tamaño final del fruto.

Palabras clave: Citrus aurantifolia swingle, calidad, rendimiento, fitohormona, interacción, crecimiento.

SUMARY

The lemon (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle), is a fruit that is consumed daily either as fresh fruit or by-products, constituting a significant source of income for the manabitas producers. However, despite their importance, there are factors that limit production. The objective of the research was to determine the influence of auxin and gibberellin on the performance and quality of subtle lemon fruit. A completely raised block design (DBCA) with factorial arrangement was used. The treatments were based on the application of two synthetic hormones gibberellic acid and naphthalacetic acid and two doses 15ppm and 30ppm in three phases of fruit development. There was evaluated the calibre of fruit, the firmness, number of seeds, weight of pulp, rind, pH, degrees Briz, acidity titulable, I weigh of fruit and number of fruits for tree, The results of the phase I of development of fruit showed significant differences ($p \leq 0,05$) between the evaluated factors, the acid naftalenacetico in dose of 15 ppm reduced in content of acidity pH of the juice 2,33 and the number of seeds to 6 seeds for fruit, On having realized a contrast with the witness the application of GA_3/15 ppm is significant ($p \leq 0,05$) in the content of degrees brix: 7,67. In phase II, the effect of the ANA hormone and the ANA / 15ppm interaction were significant ($p \leq 0.05$) for the acidity titulable, obtaining a percentage of 7.25 and 6.28 of citric acid. In the phase III the fruit steadfastness is significant ($p \leq 0,05$) in hormone GA_3 and the interaction GA_3/30ppm with resistance to the penetration 6,13 kgf/cm2 and 6,13kgf/cm2. In accordance with the interest characteristics for the consumption of this citric fruit the pH, the content of citric acid, number of seeds, there are improved by applications of ANA in the phase I of development of fruit in dose of 15 ppm, and dose of 30ppm improves the final size of the fruit.

Key words: Citrus aurantifolia swingle, quality, yield, phytohormone, interaction, growth, brix, firmness.

I. INTRODUCCIÓN

Limón Sutil o Lima Mexicana (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle) es un árbol o arbusto pequeño perteneciente a la familia de las Rutáceas, provisto de ramas numerosas, delgadas y con espinas, sus frutos son de forma oval o esférica su coloración va tornándose verde claro a amarillo cuando comienza la maduración; pulpa de color amarillo verdoso, zumo abundante de aroma fuerte y muy ácido (Pereyda, Noriega, González y López. 2014).

De acuerdo a las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017), la producción de limas y limones a nivel mundial fue de 17.258.173 toneladas, con un total de área cosechada de 1.084.505 hectáreas. Ubicándose como principales países productores a México, India, China Continental, Argentina y Brasil.

En el Ecuador la citricultura se ha desarrollado en la últimas tres décadas con el objetivo de exportación de fruta y consumo local en fresco (Panchana, 2015). Según el Sistema de Información del Agropecuaria (SIPA, 2017), a nivel nacional existe un área cultivada de 6.308 hectáreas, la producción fue de 28.881 toneladas, siendo las provincias de: Manabí y El Oro las principales productoras. Manabí en el mismo año obtuvo una producción de 16.015 toneladas, con una extensión de 2.952 hectáreas sembradas.

La producción de limón sutil en la provincia de Manabí se desarrolla y se produce todo el año para consumo local, como fruta fresca. Sin embargo, esta se ve afectada por diversos factores, que pueden ser controlados por la intervención del agricultor: estos problemas son la incidencia de plagas y enfermedades, manejo inadecuado del riego, deficiencias nutricionales en las plantas, entre otros (Gaona, 2014). De la misma manera, existen problemas que el agricultor no puede predecir: estos factores son las condiciones climáticas, así como también la caída prematura de flores, que podría asociarse a factores intrínsecos y extrínsecos (Razeto, 2006).

Los problemas antes mencionados desencadenarían una serie de repuestas fisiológicas de la planta reflejadas en la cosecha con frutas de mala calidad: calibre desuniforme, menor

contenido de jugo versus mayor porcentaje de cascara de la fruta, entre otros; y bajos rendimientos: pobre carga frutal y peso de fruta (Caballero, 2018).

En la actualidad existen técnicas para mejorar los rendimientos y el tamaño final de frutos (raleos químico y manual de frutos, podas y rayado), un manejo en base a productos que modulen crecimiento pueden corregir algunos problemas subsistentes en la producción limonera (Flores, Romero y Figueroa 2005). Una alternativa en la producción de cítricos es el uso de fitorreguladores de crecimiento a base de hormonas, debido a que varios procesos fisiológicos de la planta están regulados hormonalmente en los cuales la elongación celular es clave tanto para cuajado y desarrollo del fruto, las giberelinas y auxinas juegan un rol importante en el calibre del fruto; estas hormonas le confieren la capacidad de crecimiento, y le permiten desarrollarse con éxito (Cruz, Melgarejo y Romero 2010).

No obstante, la información relacionada con el manejo de los fitorreguladores y su relación con el rendimiento y calidad de fruta, es muy escasa en nuestro país. Esto repercute en la búsqueda de información es por esta razón que el trabajo se vuelve imprescindible dadas las condiciones de ser un proyecto inclusivo, que le permita al productor disponer con buenas prácticas agronómicas del cultivar de limón sutil, potencializando la expresión de rendimiento del cultivo y la calidad de sus cosechas, y a su vez logra ser eficientes en el manejo de recursos como son suelo y agua (Agustí, *et al* 1998).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador es un país que cuenta con un alto potencial productor, debido a su ubicación geográfica: favorable para la producción y desarrollo del limón todo el año (Santisteban *et al*, 2017). En la provincia de Manabí el limón sutil constituye una significativa fuente de ingreso a los productores existiendo un total de 829 UPAs (Unidad de Producción Agropecuaria) como cultivo permanente asociado y monocultivo en una extensión 2.952 hectáreas cultivadas, (SIPA, 2017).

Esto se debe a diversos problemas como: la falta de capacitaciones, desconocimiento tecnológico, mala distribución de agua por la falta de accesos a canales de riego, uso de patrones y yemas de mala calidad que en función del tiempo pierden viabilidad y la fertilización entre otros factores (Panchana, 2015). Entre los problemas existentes también se incluyen las propiedades físicas y químicas del suelo, para la mayoría de productores no son de gran importancia por ende no realizan análisis de suelo ni foliares. No obstante, estas cumplen un rol clave en la implementación de un huerto frutal, ya que estas condiciones facilitan el crecimiento de las raíces; la filtración, la disponibilidad la asimilación de agua y nutrientes y ello a su vez favorece los procesos fisiológicos dentro de la planta (Agustí, 2010).

En efecto, el desconociendo de un manejo agronómico adecuado, la poca información de nuevas técnicas aplicables al cultivo de limón conlleva al productor a llevar a cabo técnicas de cultivo tradicionales, que a mediano o largo plazo tienen efectos negativos en su producción, teniendo en cuenta que los cítricos son altamente sensibles durante la fase de crecimiento de fruto a cualquier exceso o deficiencia de agua o nutrientes disminuyendo la calidad del mismo (Rebolledo, 2017; Agustí, 2012). Cuando las plantas son sometidas a un déficit hídrico incrementan sólidos solubles; la acidez del jugo, el grosor de la cascara, y el calibre del fruto a excepción del porcentaje de jugo (Caballero, 2018). Es por ello que, los indicadores de calidad interna y extrema de la fruta como: el porcentaje de jugo, y la acidez, calibre, entre otros,

otorgan al consumidor beneficios tanto para consumo en fresco como para usos agroindustriales forjando a que el limón sutil tenga una alta demanda a nivel local y nacional (Puente, 2011).

Ante la escasa información en Ecuador sobre técnicas para mejorar el rendimiento y la calidad de fruta de limón sutil bajo la influencia de fitorreguladores como potenciadores de crecimiento y teniendo en cuenta que existen diversas investigaciones trabajadas en el uso de fitohormonas, incluidas las auxinas y giberelinas, este proyecto se convierte en una alternativa para mejorar el rendimiento y calidad fruta (Laskowski, Monerri, García y Guardiola, 2008; Castillo, 2011).

Con estos antecedentes, el problema de investigación consistió en conocer ¿Cómo influye el uso de reguladores de crecimiento como: giberelinas y auxinas en la calidad y el rendimiento del limón sutil?

Bajo este contexto la finalidad de la investigación se centró en conocer el efecto de las aplicaciones foliares de giberelina y auxina en tres fases de desarrollo del fruto fase I, fase II y fase III, estos resultados servirán a los productores de limo como una nueva estrategia de manejo en el cultivo de limón sutil.

III. ANTECEDENTES

La producción de los cítricos está determinado por la genética del cultivo, así como también por la variedad del injerto y por las condiciones agroclimáticas de la zona del cultivo (Amorós, 2005). Con un adecuado manejo agronómico se asegura el incremento en rendimiento y la calidad de las cosechas, teniendo en cuenta que la deficiencia o exceso de macro o micro nutrientes afectan las propiedades físicas y químicas de la fruta (INIAP, 2014). Sin embargo, estas técnicas a veces no son suficientes para obtener un óptimo crecimiento de la fruta, por lo que es necesario un estímulo para mejorar las propiedades físicas y químicas del fruto de limón mediante la aplicación de reguladores de crecimiento (Retamal, 2003; Rodríguez *et al*, 2010)

Galván *et al* (2010), muestran que, en cultivares naranja navel "Washington" y "Thomson" con la aplicación de una mezcla de hormonas que incluye: auxinas (32.2 ppm), giberelinas (32.2 ppm) y citocininas (83.2 ppm), incrementa el cuajado y rendimiento y en consecuencia la productividad.

Gonzales (2009) sostiene que, el uso Ácido Giberélico (Progibb al 4%), dosis de (250 cc/500 l. Agua + Adherente), mejora la calidad de fruta de limón persa para exportación con un porcentaje del 94.7% del total de frutos cosechados, una media del calibre 5.94, pH 2.79 y grados brix de 8.02. Por otra parte, Quezada (2015), establece que, la aplicación de 0.35 g/l de New Gibb al 10% (ácido giberélico), mejora el peso de fruta, con un promedio de 273.4 g, y dosis de 0.15 g/l de New Gibb al 10%, mejora el calibre, con un promedio de 8.04 cm en naranja Washington navel.

Dentro del uso del ácido giberélico, Gravina. (2009) señalan que, la incidencia y severidad del "creasing": desorden fisiológico que afecta la cáscara de la fruta cítrica, disminuye en forma significativa con la aplicación de GA_3 (1020 mg/l) entre 90 y 120 días después de la floración en naranja "Washington" navel.

En lo referente al uso de auxinas en cítricos, el principio activo más ampliamente estudiado en citricultura es el ácido naftalenacético (ANA), incrementando satisfactoriamente el tamaño del fruto en mandarinas satsumas y su comportamiento se debe principalmente a su efecto raleado de fruta (Otero, 2004). Rivadeneira, Muller y Gómez (2013) en el cultivo de mandarina satsuma reportan que, la aplicación de 200 ppm (0,2 g/l) de ANA mejora la calidad comercial de frutos sin afectar el rendimiento. Por otra parte, Gaona (2014) señala que, aplicaciones de 1,5 gr/l de ácido naftalenacético en limón sutil tiene efecto directo en el rendimiento y calidad (porcentaje de pulpa, cáscara, semilla y jugo, acidez, calibre entre otros indicadores). Flores *et al* (2015), mencionan que, con la aplicación de dosis de 50g de ácido naftalenacético en limón sutil, se obtienen frutos de mejor calidad, considerando su peso, tamaño, firmeza, porcentaje de jugo, pH y porcentaje de ácido.

IV. JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Manabí principalmente en las zonas aledañas del valle del rio Portoviejo, el limón sutil tiene gran importancia socioeconómica, existiendo una profunda tradición cultural sacando partido a su acidez y muy notable contenido de vitamina C, propiedades para la salud. La mayor parte de su producción se destina al mercado de fruta fresca, para el consumo interno, lo que determina que en el país no exista una verdadera industria procesadora de limón (Panchana, 2015). Sin embargo, existen algunas iniciativas de procesamiento, como la "Iniciativa Biocomercio" (CICO, 2009).

No obstante, la producción de limón sutil tiene varios inconvenientes, los cuales pueden ser prevenidos y controlados como la incidencia de enfermedades, plagas, deficiencias hídricas y las deficiencias nutricionales entre otros, y aquellos que no los pueden prevenir ni controlar como son las condiciones ambientales. Sin embargo, estos son los principales factores que aquejan a los productores, debido a que llevan estrategias de cultivo tradicionales que dan como resultado bajos rendimiento, y cosechas de baja calidad, y como efectos negativo menores ingresos económicos.

En contexto, la aplicación de nuevas estrategias o técnicas de cultivo bajo el marco de una agricultura sustentable son esenciales para asegurar buenos rendimiento y cosechas de buena calidad, teniendo en cuenta que la demanda es muy exigente en recibir una fruta que cuente con las características internas y externas (% de jugo, acidez, % de cascara y calibre) óptimas para su consumo. Existen técnicas para mejorar la calidad de fruta. El uso de fitohormonas tales como las auxinas y giberelinas han demostrado mejorar la producción, con buenos rendimientos y calidad de fruta mejoran las propiedades físicas y químicas de la fruta en cítricos aplicadas en la floración y fructificación (desarrollo de frutos) (Agustí *et al* 1998).

De acuerdo a estos antecedentes y bajo el contexto de ser el Limón sutil una fruta de consumo masivo en la provincia, surge la necesidad de realizar investigaciones enfocadas a mejorar la

producción de este cítrico, debido a la poca información referente a mejorar la producción en limón, pues su mayoría se basan en determinar las principales plagas, enfermedades, uso de sistemas de riego y planes de fertilización Con estos argumentos y ante la falta de investigación sobre el uso de reguladores decrecimiento en limón sutil en la provincia de Manabí, se planteó conocer los efectos que tienen las auxinas y giberelinas en el rendimiento y calidad de fruta de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle*)*.

V. OBJETIVOS

5.1. General

- Determinar la influencia de auxina y giberelina en el rendimiento y la calidad de la fruta de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle).

5.2. Específicos

- Estimar los efectos del ácido naftalenacético y ácido giberélico sobre las características internas y externas de la fruta de limón sutil.
- Determinar las dosis adecuadas de fitohormonas y la fase de desarrollo del fruto en el cual se aplican para mejorar la calidad y rendimiento.

VI. MARCO REFERENCIAL

6.1. Generalidades del limón sutil

6.1.1. Origen y características de la variedad

El limón sutil es un árbol originario del Sudeste de Asia - China (Senamhi, 2016), de vigor y tamaño medio, desarrollo arbustivo que alcanza de 6-7 metros de altura, con numerosas ramas con espinas duras. Follaje denso, consistente y de hojas simples, de color verde pálido, y con una forma lanceolada o eclíptica-ovada, punta generalmente obtusa, base redondeada, bordes y peciolo ligeramente alados; flores pequeñas de color blanco de cáliz copulado de 4 a 5 lóbulos, de 4 a 5 pétalos y de 20 a 25 estambres y se disponen en grupos en las axilas de las hojas; el fruto es pequeño de forma oval o esférica con base convexa y en ocasiones con cuello pequeño, ápice convexo con mamila pequeña ligeramente hundida, cascara delgada con superficie lisa coriácea de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van tornándose en verdes claros o amarillo cuando comienza la sobre maduración o envejecimiento (Pereyda *et al*, 2014). El tiempo que tarde el fruto en desarrollarse desde primordio floral a fruta cosechada oscila entre 138 a140 días, esto dependerá de las condiciones ambientales, del manejo y la genética de la planta (Caballero, 2018).

6.1.2. Requerimientos edafo-climáticos

Clima: este cultivo se adapta a varios climas y tipos de suelo, sim embargo, los climas cálidos son los más favorables para su crecimiento y producción. La temperatura debe oscilar entre 13ºC a 35º C, siendo 23 a 30 grados centígrados óptima para la actividad fotosintética de la planta; y la humedad relativa debe oscilar entre el 40 – 70% (INIAP, 2014).

Pluviosidad: es preferible plantar el cultivo en lugares donde la precipitación pluvial sea de 900 a 2000 mm anuales; altitud: están entre los 40 - 1000 msnm (Flores, Romero y Figueroa, 2005)

Según Dorado, Grajales y Ríos (2015) las características del suelo adecuados para este cultivo son los de textura franco arenoso, franco arcilloso friables y ricos en materia orgánicas (profundos y bien drenados), con un pH de 6 a 8, y salinidad menor a 1.7 (milisiemes/cm).

Los cítricos al igual que todos los cultivos requiere de macro y micro nutrientes, tales como N, P, K, Ca, Mg, S, para mantener el balance nutricional (Vega y Narrea, 2011). En este sentido, los requerimientos nutricionales del limón sutil son muy dispersos y varían de acuerdo a la edad de la planta, así, en el primer año requiere entre: 6,8-50 g N; 0,8 - 25 g P; 3,6 - 25 g K, al sexto año: 80 - 210 g N; 18 - 80 g P y 40 - 121 g K, al décimo segundo año: 667 - 1000 g N; 53 - 450 g P; 347 - 1 000 g/planta/año (Flores *et at*, 2005).

6.1.3. Principales problemas fitosanitarios.

Gomosis (*Phytophthora parasítica*): ataca a la corteza del tronco, generalmente en la unión del injerto o por encima de él, también puede contaminar la corteza de las raíces, cuando la pudrición se ha desarrollado hasta rodear parcialmente el tronco, el árbol declina, presentando falta de vigor y decaimiento generalizado, y los frutos pequeños. Se recomienda utilizar patrones resistentes, buen drenaje, evitar lesiones en el tronco y raíces, y cuando la infección se descubre en un estado muy avanzado se limpia la corteza infectada y se aplica una pasta bordelesa (INIAP, 2014).

Fumagina (Capnodium citri): es un hongo que no acata los tejidos de las plantas, está asociado con escamas, áfidos, chinches harinosas y ninfas de mosca blanca, en cuyas secreciones crece el micelio: se caracteriza por 1a presencia de una película negra que cubre la superficie foliar y ocasionalmente en los frutos de la planta, el cual obstaculiza la entrada de la luz dificultando la fotosíntesis (INIAP, 2014).

Mancha de la hoja y Pudrición negra del fruto *(Alternaria citri)**:*** esta produce manchas necróticas que destruyen los tejidos de las hojas. Cuando ataca a los frutos, la infección comienza en los extremos florales, al ser cortados, los frutos infectados presentan una porción

seca, negra, en descomposición, y en casos avanzados se extiende hasta el corazón del fruto (INIAP, 2014).

Mosca blanca *(Alerothricus floccosus Mask)**:*** este insecto se encuentra mayormente en el envés de las hojas, aunque en casos de infestaciones muy fuertes puede encontrarse también en el haz (Flores *et al*, 2005).

Pulgones *(Aphis spiraecola):* son de 3mm de color verde y acatan a la planta ya sea que se encuentre éstos en forma de ninfas o adultos se alimentan de la savia de brotes y hojas jóvenes, causando deformaciones de las hojas y retraso en el desarrollo, algunos de los pulgones son transmisores de enfermedades virales como la "tristeza de los cítricos" (Flores *et al* 2005).

Acaro blanco, *(Polyphatarsonemus latus):* este ácaro infecta hojas, ramas y frutos, causa daños a las células epidérmicas, las cuales adquieren coloración blanquecina a manera de manchas blancas y de aspecto áspero, los frutos atacados por el ácaro presentan por lo general, tamaño, peso y porcentaje de jugo reducido (Flores *et al* 2005).

6.2.Cosecha de Limón sutil.

6.2.1. Cosecha.

El limón sutil se cosecha todo el año (cada 22 días), cuando la fruta ha llegado a su madurez comercial: con coloración de cáscara verde oscura a verde mediano, brillosa, piel lisa y de formas redondeadas, si indicios amarillos (Caballero, 2018). El fruto debe tener un buen contenido de jugo, la acidez debe estar entre 4 a 7%; si la fruta se cosecha antes de la maduración adecuada, tendrá un contenido deficiente de jugo, sin embargo, si la fruta permanece en el árbol luego del punto de madurez comercial, es sensible al rompimiento. hay que tener en cuenta que los criterios de cosecha esta en relación del mercado destino (Flores *et al*, 2005).

6.3. El fruto cítrico.

El fruto de los cítricos es una baya modificada nombrada hesperidio, que surge como resultado del crecimiento del ovario, está formado por aproximadamente diez unidades carpelares que rodean el eje floral y al conectar entre sí forman lóculos en cuyo interior crecen las semillas y los sacos de jugo (Agustí *et al*, 2003). El pericarpio o parte exterior a los lóculos se divide en tres regiones, exocarpio o flavedo: capa de tejido más externa, la cual está desarrollada por una epidermis formada de células parenquimáticas tubulares que contienen cloroplastos y le dan el color verde a los frutos inmaduros, los cuales cambian de color (cromoplastos) durante la maduración ; el mesocarpio o albedo: ocupa la posición intermedia entre el exocarpio y endocarpio, tejido esponjoso de células parenquimatosas de color blanco en la mayor parte de los frutos cítricos,; el endocarpio o pulpa: es la parte más interna del pericarpio formada por una epidermis que demarca los lóculos, y de la cual se originan las vesículas de jugo hacia el interior del lóculo las mismas son células completamente vacuolizadas que en la madurez contienen jugo (Rebolledo, 2017; Agustí *et al*, 2003).

6.3.1. Fases de desarrollo.

Para varios autores como Agustí *et al* (2003) y Rebolledo (2017) el crecimiento del fruto cítrico sigue una curva sigmoidea marcada por tres períodos o fases bien definidas:

Fase I o período de división celular: comprendido desde la antesis y el final de la caída fisiológica del fruto, se caracteriza por un incremento en grosor del pericarpio debido a la alta división celular de todos los tejidos en desarrollo excepto el eje central teniendo como efecto un rápido crecimiento del fruto: crecimiento de la corteza. Durante esta fase, el mesocarpo se encuentra separado en mesocarpo externo: formado por células pequeñas, poco vacuoladas, paredes delgadas y abundante citoplasma, el cual es un meristemo activo que origina células hacia el interior, y en mesocarpo interno: compuesto de células de mayor diámetro, con paredes que se van engrosando hacia el final de esta fase;

***Fase II o período de crecimiento lineal*:** comprendido entre el fin de la caída fisiológica hasta poco antes del cambio de color; este período se define por la vacuolización y alargamiento de las células de las vesícula e incremento de los lóculos, dada por la expansión de los tejidos seguida por un agrandamiento celular y la formación de un mesocarpio esponjoso, con la ausencia de división celular en casi todos los tejidos excepto el exocarpio. Este aumento de tamaño se debe al desarrollo de los lóculos, en cuyo interior las vesículas de jugo llegan a alcanzar su máxima longitud y volumen y el contenido de jugo de sus células aumenta;

Fase III o período de maduración: el cual se caracteriza por una reducida tasa decrecimiento y se dan los cambios relacionados a la maduración tanto interna como externa: en la parte externa se observa la pigmentación de la corteza debido a la degradación enzimática de las clorofilas del flavedo y la síntesis de carotenoides, y en la parte interna ocurre el aumento de los sólidos solubles y la disminución de los ácidos libres en forma progresiva debido a su dilución y metabolización.

6.4. Factores que determinan el tamaño del fruto.

Según Agustí *et al* (1998) existe un conjunto de factores exógenos y endógenos que determinan el tamaño final del fruto; expresados en términos de transporte en la planta los factores internos hacen referencia a su capacidad de sumidero, determinado en parte, pero no exclusivamente por el potencial genético del cultivar, y factores externos, que determinan la disponibilidad de metabolitos para el crecimiento del fruto.

Por ende, estos parámetros están relacionados, y una reducción en el suministro de fotoasimilados durante el desarrollo temprano del fruto puede ocasionar daños irreversibles en la capacidad de sumidero y reducir su tasa de crecimiento en estados posteriores del fruto o provocar su caída (Acevedo, 2008).

6.4.1. Factores endógenos.

Dentro de estos factores, las características genéticas de cada cultivar determinan mayoritariamente el tamaño final del fruto, las cuales son de difícil manipulación (Agustí, 2003). Los factores genéticos respecto a la variedad son muy importantes; la fuerza de fosa de los frutos (metabolitos disponibles) y la competencia entre órganos en desarrollo, estableciendo la oferta y demanda de los metabolitos varía en las diferentes fases de desarrollo del fruto (Delgado, 2018). La fuerza fosa de los frutos está relacionada al tipo de brote y la presencia de hojas en los brotes, es decir que, a mayor presencia de brotes la competencia por los foto asimilados es muy significativa (Rebolledo, 2017). Por otra parte, la competencia entre órganos en desarrollo es un factor de gran importancia, quedando demostrado que, a mayor número de frutos por árbol, el tamaño individual disminuye (Agustí, 2012).

6.4.2. Factores exógenos.

Los factores ambientales como: temperatura, los factores edáficos, nutricionales y prácticas culturales influyen en algunos procesos fisiológicos de las plantas (Agustí, 2012; Agustí, 2010). El crecimiento de los frutos cítricos fluctúa entre 25 °C 0 30 °C, rango dentro del cual la tasa de crecimiento de los frutos se incrementa con la temperatura (Caballero, 2018), a su vez temperaturas inferiores a 13 °C reducen la tasa de crecimiento y en temperaturas por debajo de 8 °C ocurriendo un cese del crecimiento de los frutos (Agustí *et al*, 2003).

Santiestevan *et al* (20017), resalta que, las características fiscas del suelo afectan el tamaño de fruto, sosteniendo que en suelos arcillosos el tamaño de fruto es inferior al de suelos francos, y en suelos arenosos el tamaño de fruto es superior a este último. Los factores nutricionales influyen también en el tamaño final del fruto; el estado nutricional de las plantas está determinado por factores dependientes del suelo (características físicas, químicas y biológicas), de la planta (pie, variedad, estado fitosanitario, cosecha previa, etc), y de las condiciones climáticas (Dorado, Grajales y Ríos, 2015)

Las culturales o de manejo de cultivo también juegan un rol importante en la determinación del tamaño final de fruto y parámetros de calidad de fruta, es por ellos que, el suministro de agua con riego frecuentes tiende a incrementar el tamaño final del fruto, sin embargo, humedades elevadas del suelo durante pueden provocar enfermedades radiculares (Caballero, 2018). Por otra parte, la fertilización también tiene un rol importante, debido a las deficiencias de elementos minerales afectan el desarrollo de las plantas en un sentido amplio y, por tanto, el crecimiento del fruto puede ser modificad, su efecto podría ser muy variable y dependiente del elemento mineral deficiente, así como el exceso en la fase en que se manifiesta (Solis y Tomala, 2010).

6.5. Métodos de mejora de calidad de fruta.

Los parámetros de calidad de los cítricos, se ha vuelto tan significativo en la determinación de la rentabilidad de las plantaciones (Acosta, Fuch y Cenís, 2011), esto se debe a la marcada preferencia del consumidor por las frutas de mayor tamaño, que conlleva a los mercados ser exigentes creando normas legales sobre el calibre, peso para poder acceder a mercados de consumo y de acuerdo a estas establecer diferencias de precio entre frutas grandes y pequeñas (Puente, 2011).

Existe técnicas muy eficientes para mejorar los parámetros de calidad de las variedades cítricas, se han estudiado o propuesto diversas medidas, tales como el rayado, los raleos manuales, químicos y el uso de hormonas de crecimiento tales como las auxinas y giberelinas, que tiene como finalidad incrementar la capacidad de crecimiento del fruto (Agustí *et al* 1998).

6.5.1. Uso de Fito reguladores.

Los Fito reguladores son compuestos orgánicos endógenos, siendo transportados del lugar de donde son producidos en la planta al lugar donde ejercen su acción y en cantidades bajas estimulan, inhiben o modifican los procesos fisiológicos (Fichet, 2004). Las hormonas actúan directamente sobre la información genética de la célula, y de alguna manera regulan la síntesis

de determinadas enzimas para llevar a cabo los diversos procesos metabólicos (Azcón y Talón, 2013). Sin embargo, estos efectos van a variar en función de diversos factores tales como sensibilidad del tejido, emisores y receptores, época de aplicación, región, etapa fenológica, concentración, el fotoperiodo y los cambios de temperatura o los cambios estacionales, y las variaciones del régimen hídrico interactúan constantemente con la manifestación biológica de las hormonas y afectan su acción (Fichet, 2017).

6.5.1.1. Uso de Giberelinas como potenciadores de desarrollo

Los niveles de GA3 (principal giberelina activa en los cítricos) son elevadas en el momento de la antesis, este aumento momentáneo está relacionada con aumento de cuaja de frutos (Castillo, 2011).

Bajo condiciones adecuadas el uso de giberelinas tales como el ácido giberelico es altamente rentable al productor y permite la producción de fruto de superior calidad, tamaño, y de aspecto para abastecer los mercados exigentes. Sin embargo existen variaciones importantes en la respuesta encontrada a este regulador asociadas al clima, cultivar, manejo del cultivo y a las condiciones de la aplicación del producto (Raseto, 2006)

La síntesis de giberelinas se ve prácticamente inhibida por debajo de los 17º C, mientras que entre 27º y 32º C se alcanzan los máximos; sin embargo no se conocen con precisión las temperaturas óptimas para su aplicación exógena (Talón *et al.* 2001). Tratamientos con GA_3 entre 5 y 15 ppm dependiendo de la variedad entre 15 a 20 días después de plena antesis, mejoran la cuaja y reduce la abscisión de frutos en determinadas variedades con floraciones pobres, y en variedades con fructificación normal puede originar un exceso de cuajado de frutos los se produce frutos de menor calibre y una posible alternancia en años próximos (Fichet, 2004).

Este antecedente permite pensar que el desarrollo inicial de los frutos cítricos puede, perfectamente seguir el mismo modelo, dada su alta respuesta a las aplicaciones exógenas de giberelinas durante el final de la fase uno de crecimiento de fruto. Adicionalmente a esto existe una hipótesis de que de alguna forma, las giberelinas activas promueven la degradación de la sacarosa a azucares simples y amino ácidos, los cuales el fruto en desarrollo para sus diferentes procesos fisiológicos (Fichet, 2017).

6.5.1.2. Uso de auxinas como potenciadores de desarrollo

Las auxinas son los principios activos más estudiados en el mundo, debido a la aplicación de auxinas de sintéticas constituye la técnica más eficaz para aumentar el tamaño final de los frutos cítricos, siendo menos gravosa económicamente que otros métodos (Agustí, *et al*, 1998). Participan activamente en los puntos de crecimiento y en el crecimiento de frutos, donde su máxima concentración ocurre posterior a la ciada de pétalos, decayendo rápidamente con el desarrollo del fruto, coincidiendo con el aumento de la IAAId-oxidasa encima encargada de la degradación del ácido indol-3-acetico (auxina activa) a oxIAA (auxina desactivada) (Fichet, 2017; Rebolledo, 2017).

Las aplicaciones de ciertas auxinas sintéticas como el 3,5,6-TPA en la caída fisiológica de frutos, con diámetros de frutos entre 15 y 20 mm para clementina y fortuna, y entre 20 y 25 mm satsuma y nova, y entre 25 y 30 mm para naranjas en general, obteniendo buenos resultados sobre el de fruto. Este está basado en una mayor expansión celular y no en la división celular, esto indica que se da a través del estímulo sobre el crecimiento de la pulpa, una vez completada la fase de multiplicación celular y se inicia la fase de expansión celular y acumulación de jugo (Agusti *et al*, 1998; Fichet, 2017). Los resultados obtenidos por Gambetta (2018) en mandarina montenegrina al realizar la aplicación en concentraciones de 10 y 20 mg L de 3,5,6-TPA a fin de caída fisiológica (80 y 90 días luego de plena floración), con un diámetro promedio de frutos pequeños entre 14-16 mm, indican que es posible incrementar el tamaño y peso de los mismos,

obteniendo un efecto directo en el tamaño de fruta, con un raleo de 20-25 %, sin afectar significativamente el rendimiento. Sin embargo, si la carga de frutos es muy elevada (más de 1500 frutos por planta), este efecto no es suficiente para lograr tamaños de fruta comercializables (53-73 mm).

Gravina *et al*. (2010) encuentran poca consistencia en la respuesta en los componentes de rendimiento, a la aplicación en concentraciones de 10 y 20 mg L de 3,5,6-TPA, a fin de caída fisiológica en 'Clementina de Nules'; en el primer año, ocurrió una disminución significativa en el número de frutos por planta y un incremento en el diámetro y peso promedio de frutos, sin modificaciones en el rendimiento; sin embargo, en el segundo año ninguno de los componentes del rendimiento se vio afectado por la aplicación de la auxina.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Ubicación.

La investigación se la realizó en el sitio "Maconta" de la Parroquia Colón del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Localizada geográficamente a -1°08´85" de latitud sur y -80°40´52"de longitud oeste con una altitud de 40 msnm.

7.2. Caracterización de la zona en estudio

7.2.1. Características climatológicas.

Precipitación anual: 682,50 mm

Heleofania media anual: 1,354 horas luz

Temperatura media anual: 25°C

Evaporación anual: 1625,40 mm

Fuente: Estación Agro meteorológica de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí Santa Ana, 2018. Manabí.

7.2.2. Característica pedológica

7.2.2.1. Análisis de suelo.

Tabla 1: Análisis de suelo del sito de estudio.

Característica		Valor	Clasificación
Clase textutal	…..	…..	Franco - arcilloso
pH	….	7,6	Ligeramente alcalino
M.O	(%)	6,0	Alto
NH^{4+}	ppm	15	Bajo
P (olsen)	Ppm	27	Alto
K	Meq/100ml	1,07	Alto
Ca	Meq/100ml	12	Alto

Mg	Ppm	5,9	Alto
S	Ppm	45	Alto
Zn	Ppm	2,1	Medio
Cu	Ppm	4,1	Alto
Fe	Ppm	6	Bajo
Mn	Ppm	3,3	Bajo
B	Ppm	1,03	Alto

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Pichelingue 2018.

Las características físico-químicas del suelo, disponen de una clase textural franco arcilloso, un pH ligeramente acido, el contenido de materia orgánica (M.O.) del suelo es alta: Por otra parte, las concentraciones de fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), Magnesio (Mg), azufre (S), cobre (Cu) y boro (B) son altas, por otro lado, el contenido de zinc (Zn) está en concentraciones y las concentraciones de nitrógeno en forma de amonio (NH^{4+}) se encuentran bajas.

7.3. Diseño de campo.

7.3.1. Tratamientos.

El experimento estuvo constituido por 45 árboles de limón sutil, establecidos en un marco de plantación 6m x 6m. La edad de la plantación es de aproximadamente 15 años. Se aplicaron cuatro tratamientos conformados por las combinaciones de las dosis de auxinas y giberelinas, además se evaluó un testigo sin aplicaciones de hormonas. (Tabla 2).

Tabla 2: Tratamientos y factores de estudio

TRATAMIENTO	Hormona	Dosis
1	Ácido naftalacetico	15 ppm
2	Ácido naftalacetico	30 ppm
3	Ácido giberélico	15 ppm
4	Ácido giberélico	30 ppm
Control	0	0

Fuente: Elaborado por el autor.

7.4. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completamente alzar (DBCA) con arreglo factorial (2 x 2), donde el Factor A corresponde a las hormonas empleadas ácido giberélico y ácido naftalacetico, y el factor B dos concentraciones 15ppm y 30ppm. Fueron aplicados al follaje en tres momento en relación a las fases de desarrollo del fruto: la FASE I (alta tasa en la división celular, generando un crecimiento en el grosor del pericarpio), FASE II (formación de los sacos del zumo), FASE III (reducción en el crecimiento; cambio que se asocia a la maduración) (Agustí *et al.*, 2003).

7.5. Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos fueron analizados conforme a un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, con el análisis de varianza y las pruebas de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$) del paquete estadístico infoStat 2018.

7.6. Manejo del cultivo.

7.6.1. Riego.

Se instaló un sistema de riego por goteo, conformado 15 goteros auto compensado por cada planta, con caudales de cinco litros de agua por hora por gotero. El margen de riego fue de una hora cada siete días, teniendo en cuenta la humedad en el suelo.

7.6.2. Fertilización

La fertilización del cultivo estuvo en función al análisis de suelo (Tabla 1). Se aplicó 2kg de NovaTec Premium (15-3-20+2MgO+ TE) por árbol al iniciar el ensayo, completando la deficiencia de microelementos en dos aplicaciones foliares de Fortaleza Max lt y Calci-Boro.

7.6.3. Plagas y enfermedades.

Se determinaron los principales problemas de plagas y enfermedades presentes en el cultivo, donde se detectaron plagas como los ácaros y áfidos. Para el control se realizaron aplicaciones de Abamectina (Newmectin®) 1 cc/L de agua y Sulfoxaflor (Fidelity™) 1,2 cc/L de agua. Las aplicaciones se realizaron según índice de población de las plagas.

Para el control de Fumagina (*Capnodium citri*) y Pudrición negra del fruto (*Alternaria citri*) se realizaron aplicaciones de Tebuconazole + Trifloxystrobin (Nativo® 75 WG) en dosis de 1.5 cc/L de agua y aceite mineral (COSMO-OIL) dosis de 1.5 cc/L de agua.

7.7. Metodología para el objetivo 1

"Conocer los efectos de las fitohormonas utilizadas sobre las características internas y externas de la fruta de limón sutil"

Esta etapa fue evaluada en el laboratorio de fisiología vegetal de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, dónde se midieron las siguientes variables.

7.7.1. Variables de calidad interna de fruta

Solidos solubles ºBrix

Se colocó una gota de extracto de cada fruta en un BRIXOMETRO (E-line ATC RANGE de fabricación americana). Los resultados fueron expresados en porcentaje de sólidos solubles presentes en el fruto.

Porcentaje de Pulpa y Cáscara

Se determinó en función al peso de la fruta entera, posteriormente se separó el mesocarpio (cascara) de la fruta en forma de espiral y se pesó. Se utilizó una balanza electrónica (OHAUS – TRAVELER). Los resultados se reportaron en gramos.

Número de semillas y cantidad de jugo (ml).

Se extrajo el jugo de cada fruta con un exprimidor manual, se midió el volumen de jugo por fruta en una probeta (100ml), el resultado se expresó en mililitros, además, fueron contabilizadas el número de semillas por fruto.

Acidez Titulable (% ácido cítrico)

Para la acidez titulable (% ácido cítrico) se tomó 10 mL de extracto (10 g de muestra en 50 ml de agua destilada) para titular con NaOH 0.1 N hasta pH alcanzar un pH de 8.2. Al igual que los grados brix se seleccionó 20 frutas por árbol con tres muestreos para cada tratamiento. Para determinar el porcentaje de ácido cítrico se extrajo 30 ml de jugo de limón para su posterior análisis, luego se almaceno en frascos térmicos, fueron colocados en nevera, para la determinación de acidez en laboratorio.

Para la determinación del ácido cítrico se utilizó la siguiente formula:

$$Ácido\ citrico\ \% = \frac{V\ x\ \text{N x Meq}}{\text{Alicuota valorada}} x100 =$$

Dónde: V = volumen de NaOH gastados (ml).

N = normalidad del NaOH.

Meq = miliequivalente del ácido que se encuentra en mayor proporción de la - muestra (0.064 para ácido cítrico).

Alícuota valorada = volumen de muestra en ml.

7.7.2. Variables de calidad externa de fruta

Calibre de fruto.

A cada fruta se les determino el diámetro polar y diámetro ecuatorial, para esto se utilizó un calibrador digital (Truper®, modelo CALDI-14388), los resultados fueron expresados en centímetros.

Firmeza o grado de madurez.

La evaluación se hizo en 2 lados de posición ecuatorial y polar y se realizó por medio de un método no destructivo introduciendo el penetrómetro manual (FHT-05) con puntilla de 3,5 mm de diámetro provisto de un punzón. Se realizaron 2 lecturas por muestra los resultados fueron expresados en Kg de fuerza por centímetro cuadrado necesarios para penetrar el fruto.

7.7.3. Variables de rendimiento.

Número de frutos.

Los frutos que presentaron madurez comercial (color verde –amarillento), se contaron por cuadrante dando como resultado el total de frutos por unidad experimental.

Peso

Se pesó cada fruto de manera separada utilizando una balanza electrónica (OHAUS – TRAVELER). Se tomó en cuenta el peso de 20 frutas por unidad experimental dando un total de 60 frutas por tratamiento (3 bloques). Los resultados fueron reportados en gramos.

7.8. Metodología objetivo 2

"Determinar la fase de crecimiento del fruto y dosis adecuada de las fitohormonas que contribuya a mejorar la calidad de fruta y rendimiento"

Se colecto frutos de diferentes tamaños para determinar las fases de desarrollo del fruto en relación al calibre ecuatorial y polar, y el análisis de partes internas del fruto de sus respectivas características diferenciadas en cada fase de desarrollo. Teniendo los siguientes resultados:

Fase 1: crecimiento exponencial debido al aumento del número de células en todos los tejidos excepto el eje central; el calibre del fruto oscila entre 0,5 a 1 cm.

Fase 2: formación y desarrollo de locus que contienen las vesículas de jugo; el calibre oscila entre 1,1 a 2 cm.

Fase 3: Elongación de los segmentos de la pulpa; los calibres oscila entre 2,1 a 3 cm.

Fotografía 1: fases de desarrollo del fruto

Fuente: Angel Vasconez, 2018.

7.8.1. Crecimiento de fruto

De acuerdo a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) se seleccionó 10 frutos por cuadrante. Los frutos se marcaron con cintas; de acuerdo a cada fase se llevó un registro semanal del crecimiento ecuatorial y polar se utilizó un calibrador digital (Truper®, modelo CALDI-14388), los resultados fueron expresados en centímetros.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1. Rendimiento y calidad de fruto.

La calidad se define como el conjunto de propiedades inherentes a un producto que permite distinguir entre unos y otros frutos, además tienen importancia en la determinación del grado de aceptación por el consumidor e implica una combinación de características, propiedades y atributos que darían al producto un valor como alimento y mercancía (Puente, 2011). Los resultados de la investigación se expresan en las siguientes tablas.

Tabla 3: Análisis de varianza (Anova) de variables de rendimiento y calidad externa de fruta de limón sutil respecto a la fase 1 de desarrollo de fruto.

Fuente de Variación	N. de Frutos	Peso (gr)	Calibre Ecuatorial	Calibre Polar	Firmeza Ecuatorial	Firmeza Polar
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona x Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**20,75**	**16,73**	**4,89**	**9,07**	**2,21**	**3,41**
T1 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T2 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T3 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T4 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**18,81**	**16,62**	**4,81**	**8,56**	**1,96**	**3**

Fuente de Variación	Grados Briz	Acidez Titulable (%)	% de Jugo (ml)	Peso de Cascara (gr)	Peso de Pulpa (gr)	# de semillas	PH
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Hormona x Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
C. Variación	**4,92**	**7,06**	**18,99**	**33,09**	**14,21**	**13,75**	**0,57**
T1 vs testigo	*	ns	ns	ns	ns	**	*
T2 vs testigo	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T3 vs testigo	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T4 vs testigo	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**4,21**	**6,16**	**7,01**	**32,73**	**13,97**	**11,81**	**0,61**

Leyenda: ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo.

En las variables analizadas no muestran diferencias estadísticamente significativas los tratamientos conformados entres las hormonas y las dosis empleadas, como también los efectos

principales de los factores evaluados (Tabla 3). Sin embargo, muestran diferencias significativas ($p \leq 0{,}05$) en los efectos principales tanto en las hormonas como en las dosis la acidez pH y el número de semillas.

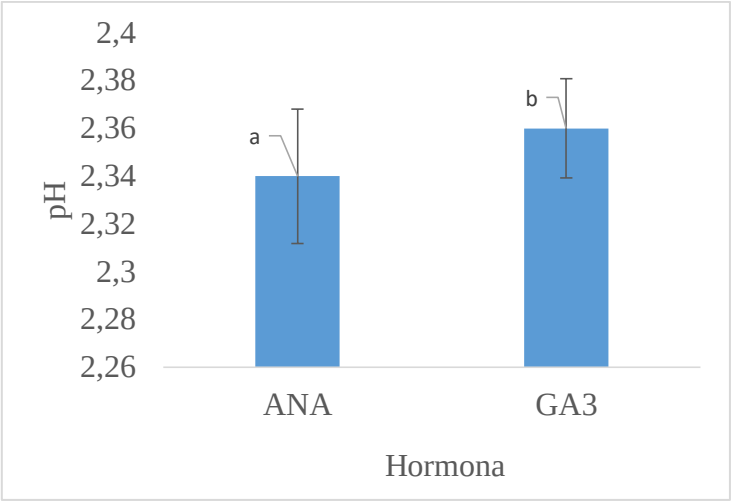


Figura 1: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la acidez pH del jugo de limón sutil.

La aplicación de GA_3 incrementa la acidez (pH) en el extracto del limo sutil (Figura 1). Datos similares fueron obtenidos por Gonzáles (2009), en la evaluación del ácido giberelico en limón persa (*Citrus latifolia).* La reducción del pH en los frutos del limón por el efecto de la aplicación de ANA, se atribuye al acelerar el proceso de maduración por la acción de ACC sintasa (1-aminociclopropano-1-carboxilato) que promueve la producción de etileno por parte del fruto, por lo cual este efecto pudo haber influido en la acidez (Menchaca *et al*. 2017). En el proceso de maduración de la fruta, los principales ácidos orgánicos cítrico, málico y oxálico en el fruto de limón disminuyen por actividad de las hidrogenasas; ácidos que se utilizan en el proceso respiratorio y se emplean en el metabolismo del fruto (Núñez, Ramírez, y Sindoni, 2014), en este sentido Puente (2011), establece el pH del jugo del limón sutil de acuerdo los siguiemtes estados: verde 2.40, pintón 2.38 y maduro 2.37.

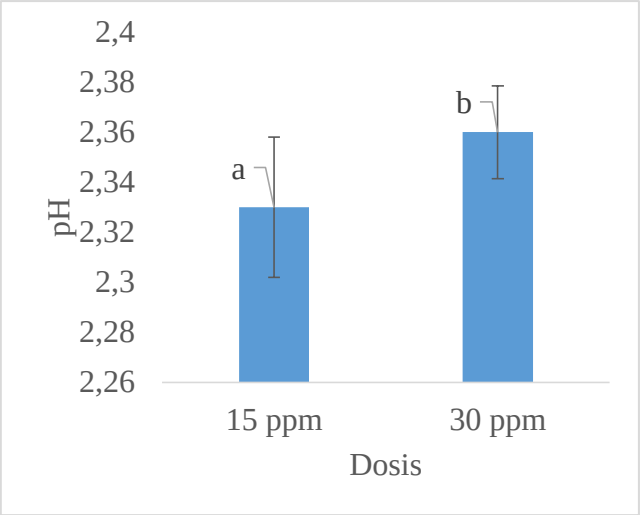


Figura 2: Efecto de las dosis empleadas sobre la acidez pH del jugo de limón sutil.

Por otra parte, la aplicación de 15ppm obtuvo el pH más bajo (figura 2), relacionado con el incremento gradual de los sólidos totales durante el desarrollo del fruto provocando un incremento de su relación, este parámetro constituye la base para determinar su madurez comercial así como su índice organoléptico (Acevedo, 2008).

Al realizar un contraste de los grados brix entre los tratamientos hormonales aplicados en relación al testigo fue reportada diferencia significativa ($p<0.05$) (Tabla 3). Estudios realizados por Villalba, Herrera y Orduz, (2014) mencionan que, el contenido de sólidos solubles aumenta principalmente a la acumulación de sacarosa, en la fase de maduración de *Citrus reticulata Blanco*. El mismo comportamiento fue reportado por Agustí *et al.* (2003) y Núñez *et al* (2014), quienes señalan que, el incremento se debe al hidrolisis de almidón y otros carbohidratos, y a la oxidación de ácidos orgánicos. Por lo tanto, la aplicación de 15 y 30ppm de Ga3 al aplicarse estos reguladores se observaron menores cantidades de ºBrix 7,66 y 7,83 y mayor acidez (pH 2,36) en el jugo y color más verde, datos similares obtenidos por Alvares *et al* (2008) en la aplicación reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón Mexicano.

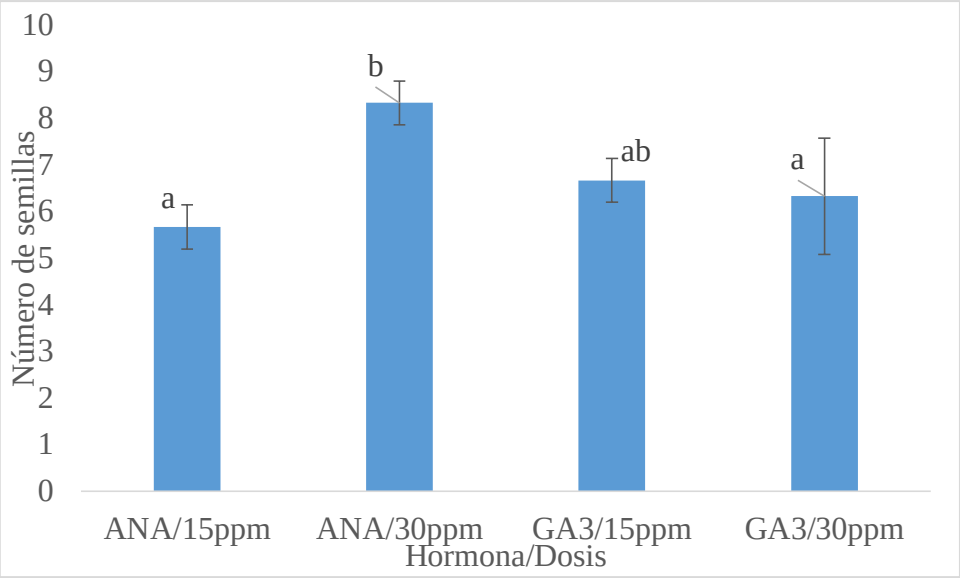


Figura 3: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre el número de semillas en los frutos de limón sutil.

El número y tamaño de las semillas está determinado por una compleja red génica en la que participan numerosos factores transcripcionales regulados por las vías de señalización hormonal de brasinoesteroides, auxinas y citokininas (Matilla, 2008); la aplicación de 15ppm/ANA redujo el contenido de semillas ($p<0.05$), debido a que, influyen otros procesos fisiológicos de división y diferenciación celular (Acevedo, 2008), por otra parte, las giberelinas son sintetizadas por las semillas y estas involucradas en su formación e incluso el tamaño del fruto se correlacionan con el número de semillas (Viasus, Álvarez y Alvarado, 2013), esto podría atribuirse a los tratamientos con Ga_3 que presentaron mayor número de semillas por fruto, la presencia de semillas en los frutos es una característica no deseada por los consumidores. (Villalba *et al*, 2014).

Tabla 4: Análisis de varianza (Anova) para rendimiento y calidad externa de fruta de limón sutil en la fase II del desarrollo de fruto.

Fuente de Variación	N. de Frutos	Peso (gr)	Calibre Ecuatorial	Calibre Polar	Firmeza Ecuatorial	Firmeza Polar
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona x Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**3,21**	**12,48**	**8,02**	**7,31**	**7,18**	**5,54**
T1 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T2 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T3 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T4 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**28,46**	**10,48**	**6,97**	**6,37**	**6,43**	**5,13**

Fuente de Variación	Grados Brix	Acidez Titulable (%)	% de Jugo (ml)	Peso Cascara (gr)	Peso Pulpa (gr)	N de semilla	PH
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona x Dosis	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
C. Variación	**4,25**	**5,74**	**14,63**	**21,15**	**11,98**	**11,22**	**0,76**
T1 vs testigo	ns	**	ns	Ns	ns	ns	**
T2 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
T3 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
T4 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
C. Variación	**4,03**	**5,03**	**13,5**	**18,02**	**10,02**	**10,85**	**0,68**

Leyenda: ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

La acidez titulable (% de ácido cítrico) es altamente significativa con respecto al factor de estudio de hormonas y la interacción con las dosificaciones (Tabla 4). Los valores encontrados del GA_3 están dentro del rango de acidez aceptable 8,31% (Figura 4), y además coinciden con los reportados por Caballero (2018) y Puente (2011).

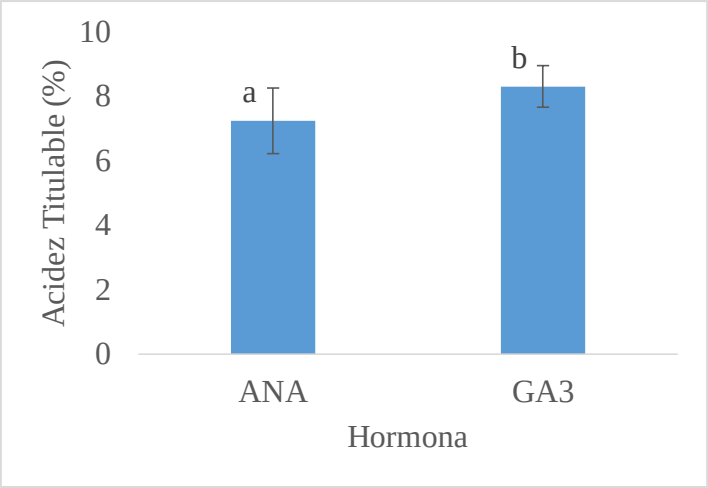


Figura 4: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la acidez titulable o porcentaje de ácido cítrico en el limón sutil aplicados en la fase II de desarrollo de fruto.

La obtención de frutos de limón con calidad de consumo tiene importancia la tasa de descenso de la acidez titulable (García, Porras, Fuster y Ortuño, 2003), efecto atribuido a valores obtenidos con el ANA. Siendo la aplicación de 15ppm con menor concentración de ácido cítrico (Figura 5). esta reducción está relacionado con la madurez del fruto, siendo más alto al principio de la temporada y disminuye a medida que la fruta madura (Hardy y Sanderson, 2010), como un proceso de dilución de los ácidos libres (Agustí *et al.*, 2003), utilizados como sustratos respiratorios o convertidos en azucares, indispensable en la formación de compuestos aromáticos como el ácido cítrico (60-70%), málico y trazas de oxálico (Garcia *et al* 2003), considerados una fuente importante de sabor ácido en la fruta y una fuente de energía en la célula vegetal (Acevedo, 2008).

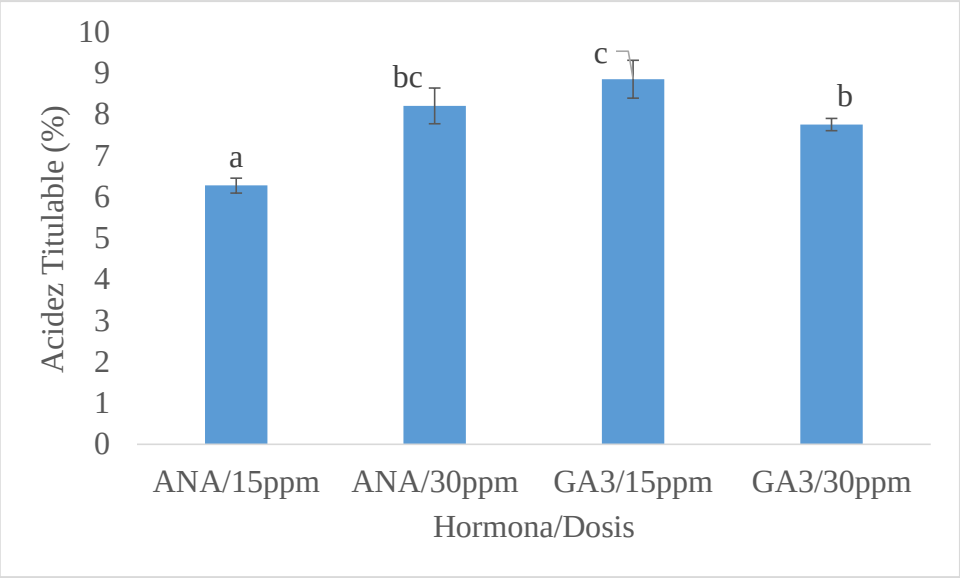


Figura 5: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil.

El pH en el zumo de limón al realizar un contraste del tratamiento compuesto por la aplicación de 15ppm/ANA en comparación al testigo sin aplicaciones hormonales, obtuvo el contenido de acidez más bajo de 2,20 siendo altamente significativo ($p \leq 0.01$). Al existir en los zumos un nivel bajo de ácido cítrico, el pH del mismo está determinado fundamentalmente por la constante de disociación y la relación existente entre las cantidades de ácido cítrico (Núñez, Ramírez y Sindoni, 2014).

Tabla 5: Análisis de varianza (Anova) de variables de rendimiento y calidad de fruta de limón sutil respecto a la fase III de desarrollo de fruto.

Fuente de Variación	N. de Frutos	Peso (gr)	Calibre Ecuatorial	Calibre Polar	Firmeza Ecuatorial	Firmeza Polar
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	ns	ns	ns	**	ns
Dosis	ns	ns	ns	ns	*	ns
Hormona x Dosis	ns	ns	ns	ns	*	ns
C. Variación	**20,17**	**21,03**	**6,5**	**10,12**	**7,98**	**10,8**
T1 vs testigo	ns	ns	ns	ns	**	ns
T2 vs Testigo	ns	ns	ns	ns	*	ns
T3 vs Testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T4 vs Testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns

C. Variación	18,83	17,23	5,62	8,57	6,92	9,31	
Fuente de Variación	**Grados Brix**	**Acidez Titulable (%)**	**porcentaje de Jugo (ml)**	**Peso de Cascara (gr)**	**Pesos de Pulpa (gr)**	**N. de semilla**	**PH**
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hormona x Dosis	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
C. Variación	**5,88**	**8,94**	**14,77**	**29,61**	**24,38**	**18,2**	**1,12**
T1 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
T2 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
T3 vs testigo	ns	*	ns	ns	ns	ns	**
T4 vs testigo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C. Variación	**5,24**	**7,89**	**12,23**	**21,92**	**19,75**	**16,29**	**1,01**

Leyenda: ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo

La fase III determinada por la disminución de la velocidad del crecimiento del fruto con numerosos cambios en la composición química relacionados con el aroma y sabor de los frutos (Agusti *et al*, 2003). Por lo tanto, el efecto principal de hormonas, dosificaciones y su interacción (Tabla 5) presentan diferencias significativas ($p<0.05$) en la firmeza, acidez titulable (% ácido cítrico) y la acidez pH.

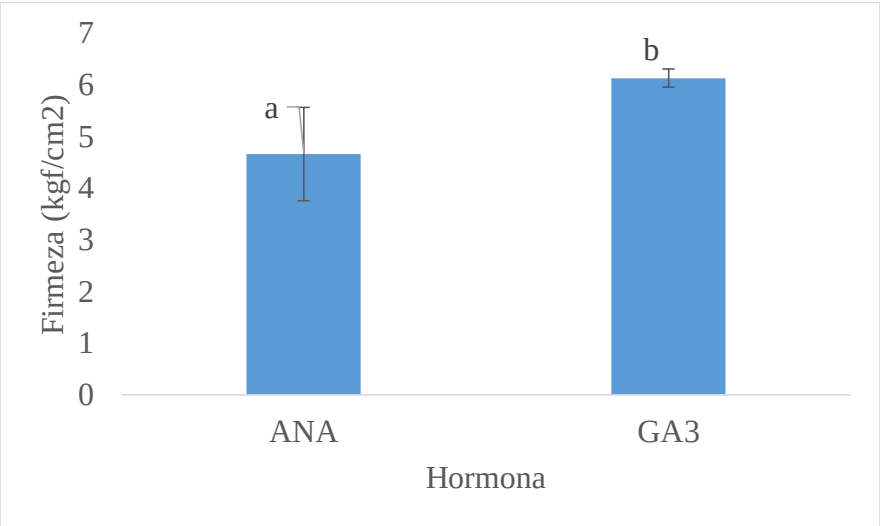


Figura 6: Efecto del ácido naftalenacetico y ácido giberelico sobre la firmeza del limón sutil aplicados en la fase III de desarrollo del fruto

La auxina (ANA) tiende a producir frutos menos consistentes que las giberelinas (GA3) con una resistencia a la penetración (Figura 6), estos datos concuerdan con los de Ficher (2006) en su estudio del ácido naftalenacético (ANA) y el ácido giberélico (GA3) su influencia en la producción y calidad del fruto del durazno 'Melocotón Amarillo' (Prunus persica L.). Este debilitamiento se debe, en general, a la transformación de las protopectinas insolubles en pectinas solubles, fenómeno asociado a la maduración de los frutos, así como también a la deshidratación que afecta la firmeza de la cáscara (Ficher, 2006). Este efecto marcado en la maduración del fruto se puede pudo evidenciar en las dosificaciones de 15ppm (Figura 7)

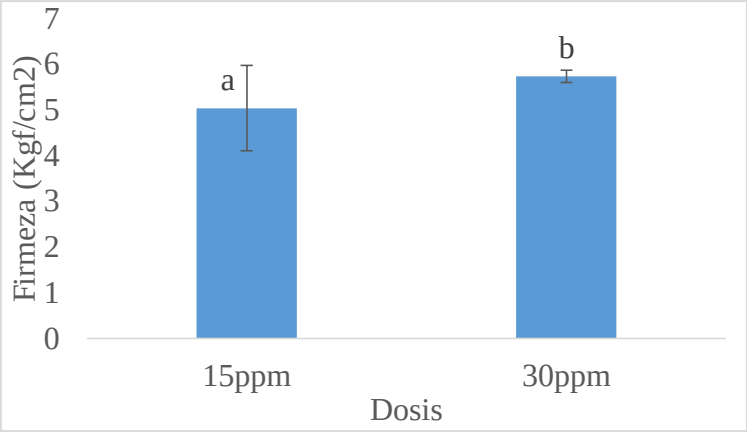


Figura 7: Efecto de las dosis empleadas sobre la firmeza del fruto de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto.

De acuerdo a los resultados, la interacción entre las hormonas y las dosis de aplicación fueron significativa ($p<0.05$) la interacción (Figura 8). De acuerdo a Alvares, Saucedo, Chávez, Medina, y Báez (2010), la firmeza de los frutos es un parámetro de calidad que determina el criterio de cosecha, y conservación de la calidad interna y externa de los frutos hacia los mercados destinos, por lo tanto, se deduce que el GA_3 en las dosificaciones de 15 y 30ppm favorece por mayor tiempo los parámetros de calidad (Figura 8).

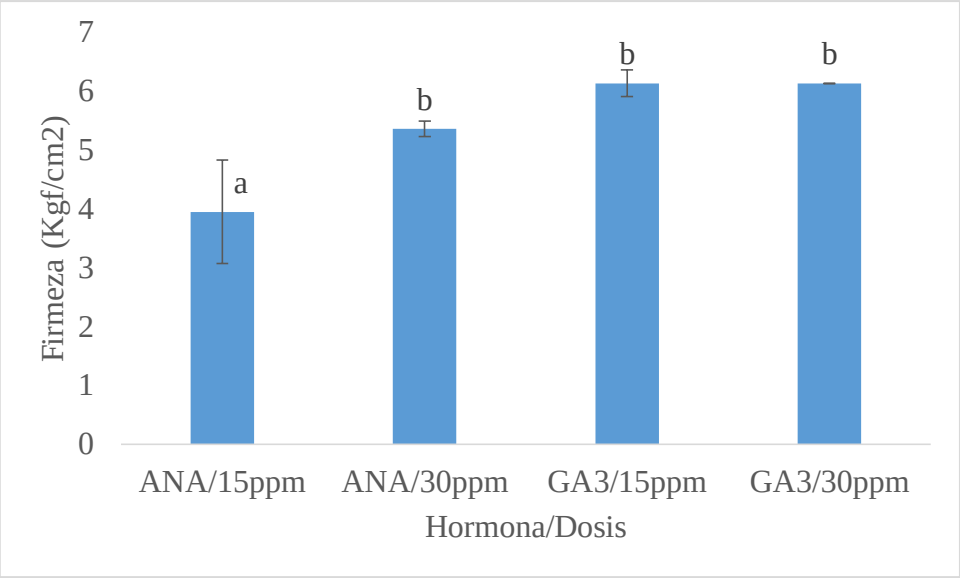


Figura 8: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la firmeza de los frutos de limón sutil aplicados en la fase III de desarrollo de fruto.

Los efectos de la interacción de los factores de estudio sobre la acidez titulable son altamente significativos ($p \leq 0.01$) en las aplicaciones de ANA/15ppm y GA3/30ppm (figura 9) con una media de 8,02 y 7,38%, la aplicación de la GA_3 concuerdan con los de Alvares *et al* (2010), en precosecha en frutos de limón mexicano. Estos resultados muestran que a medida que el fruto avanza hacia el estado de madurez (verde, pintón, maduro) disminuye el contenido de ácido cítrico.

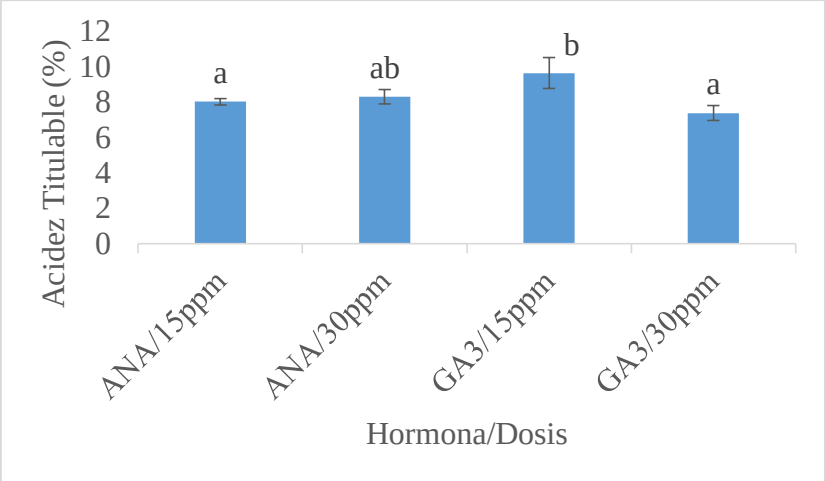


Figura 9: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto.

El pH esta en relación al grado de madurez donde las auxinas juegan un rol importarme, al acelerar la maduración del fruto de limón sutil, sin embargo, Ficher (2006) deduce que aplicaciones de auxinas en concentraciones elevadas aceleran la biosíntesis de etileno provocando la madures del fruto, por ende, el nivel del pH desciende a medida que el fruto madura, estos resultados se las evidencia en aplicaciones de ANA con 30ppm (figura 10).

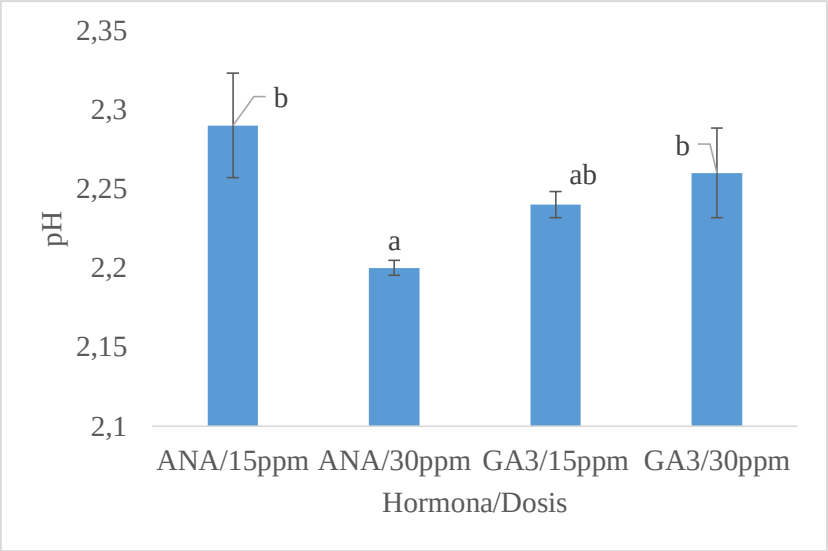
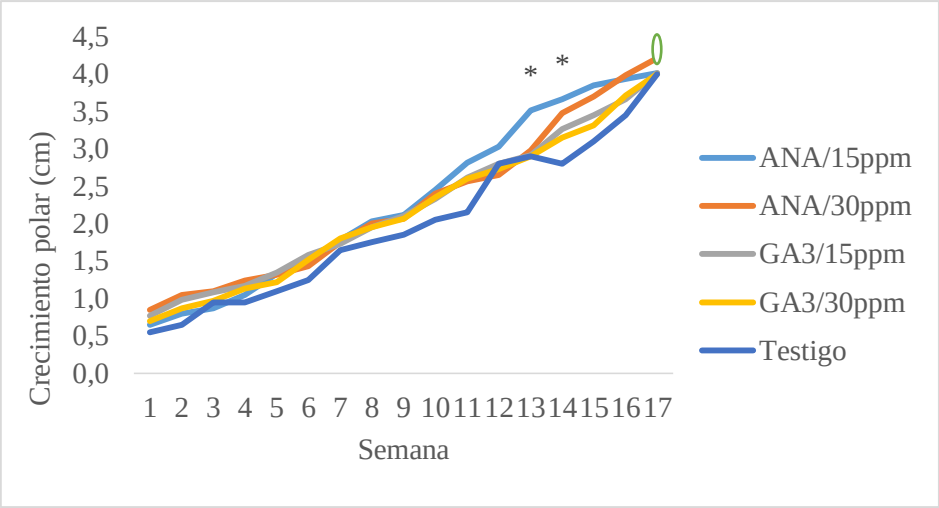


Figura 10: Efecto de la interacción hormonas dosis sobre la acidez titulable (ácido cítrico) en los frutos de limón sutil aplicadas en la fase III de desarrollo de fruto

10.5. Efecto de las auxinas y giberelinas en el crecimiento polar de fruto de limón sutil.

La fase I se caracteriza por un aumento en grosor del pericarpio como resultado de una alta división celular; esta fase es considerada como crecimiento exponencial (Agustí *et al* 2003).



Leyenda: * = significativo, ** = altamente significativo.

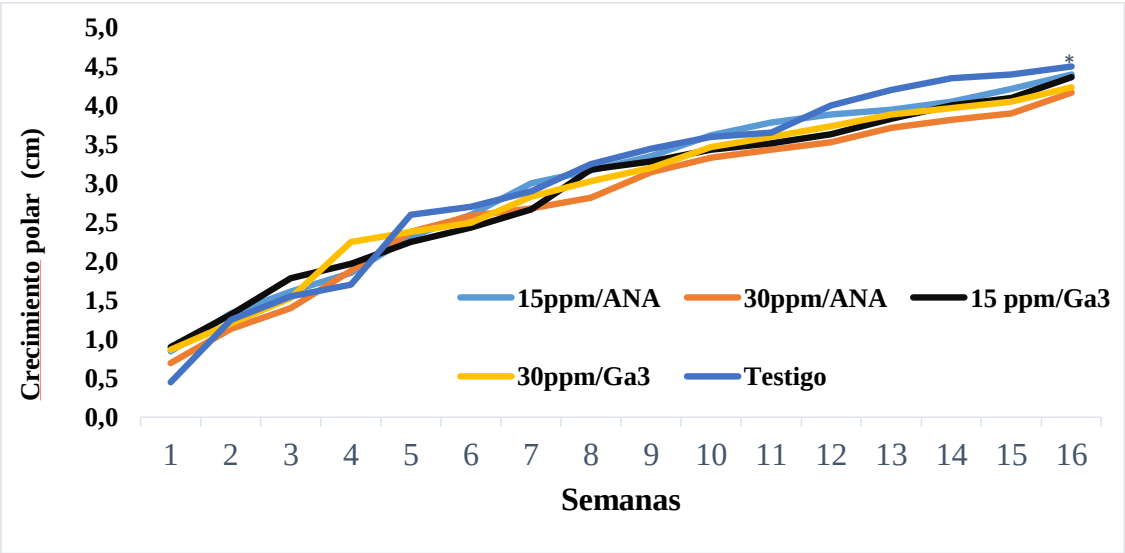
Figura 11: Crecimiento polar de fruto de limón sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle.) fase I.

Durante las primeras cuatro semanas del crecimiento del fruto de limón el ritmo de crecimiento polar aumenta con tratamientos de GA3, sin embargo, en dosis de 15ppm refleja un aumento significativo ($p<0.05$) del crecimiento polar (Figura11). Las giberelinas se caracterizan por ser promotores activos de la división celular y su presencia se asocia el crecimiento y engrosamiento de sus paredes del tejido vascular principalmente en el exocarpo y endocarpo (Acevedo, 2008). Sin embargo, conforme el fruto va en desarrollo la influencia de las distintas fitohormonas van ejerciendo un efecto específico en las distintas etapas fenológicas. En este sentido, las aplicaciones de 15ppm/ANA obtuvieron mayor crecimiento significativo ($p \leq 0.05$) en la semana catorce y quince, y aplicaciones de 30ppm/ANA mejora el calibre final de fruto (Figura 11). El crecimiento del fruto corresponde al incremento de la fuerza en la fosa y de los fotoasimilados. Autores como Otero (2004) y Agustí, *et al* (1998) observaron el efecto del ácido naftalenacetico sobre el tamaño final de fruto asociando al raleo de frutos con el uso del ANA al ser aplicados a los treinta y cinco a cuarenta y cinco días después de floración.

Otero (2004) menciona que, aplicaciones en concentraciones de 200 y 300 ppm 30 días después de floración en mandarina Satsuma Okitsuse, obtiene menor número de frutos por árbol y en

consecuencia mayor tamaño. El efecto fisiológico del ANA en el fruto se debe al alargamiento y división celular ((Flores, *et al*, 2015), debido a la activación de proteínas como expansinas y enzimas hidrolíticas que rompen enlaces de hidrógeno de los constituyentes de las paredes celulares, favoreciendo la plasticidad de la célula y como resultado la célula crecerá por la presión de turgor generada por la vacuola y por el depósito de nuevos metabolitos, esto es activado por la bomba de protones (H^+ATPasa) localizada en la membrana plasmática a través de dos mecanismos: activación de las bombas preexistentes y por inducción de síntesis de nuevas H^-ATPasas (Fichet, 2017).

En la fase II (Figura 12) la actividad meristemática de las vesículas en el endocarpo se detiene y sus células se vuelven altamente vacuoladas y alcanzan su máxima longitud y volumen, debido principalmente al crecimiento de los segmentos internos (Rebolledo, 2017).



Leyenda: * = significativo, ** = altamente significativo

Figura *12*: Crecimiento polar de fruto de limón sutil (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle.) fase II.

Autores como Fichet (2017) y Gaona, (2014) sostiene que, aplicaciones de hormonas exógenas despues de la caida fisiologica de frutos (FaseII) incrementa al calibre de los frutos, sin embargo, en la figura 2, las aplicasiones de ANA y GA_3 no fueron significativas en relación al testigo, excepto las aplicaciones con 15pp/ANA, en la semana 16 desde el inicio del crecimiento

en la fase II fue significativa ($p<0.05$) con una media de 4,5 cm. Para Rivadeneira, Muller y Gomez (2013) el efecto del ácido naftalenacetico en el crecimiento, se debe a que estas hormonas incrementa fosa (fuente/sumidero) consecuencia de un aumento en el diámetro del pedunculo del fruto a raiz de un mayor tañamo y número de las celulas en los haces vasculares facilitando un mayor flujo de foto-asimilados o carbohidratos hacia las celulas en división favoreciendo su desarrollo. Por otra parte, el estado nutricional de la planta y las condicones climaticas e influyen significativamente en esta fase II de desarrollo determina el estado final del fruto. (Jarma, Cardona y Araméndiz, 2012).

La fase III de crecimiento del fruto, no se encontraron diferencias significativas debido al periodo de madurez (datos no mostrados).

IX. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede deducir las siguientes conclusiones:

- Las aplicaciones de ácido naftalenacetico (ANA) en la fase I de desarrollo del fruto de limón, redujo el número de semillas y el contenido de acidez pH, en la fase II de desarrollo de fruto disminuyó el contenido de ácido cítrico, y en la fase III aceleró la maduración de fruto: disminuyendo el contenido de ácido cítrico y acidez pH. Los efectos del ácido giberelico (GA_3), aplicado en la fase I de desarrollo de fruto, influyeron en aumentar el número de semillas y pH. En la fase II de desarrollo de fruto aumenta el contenido de ácido cítrico, y en la fase III, produce fruto con mayor consistencia, altos contenidos de ácido cítrico y aumenta el pH.
- De acuerdo a las características de interés para el consumo de esta fruta cítrica el pH, el contenido de ácido cítrico, número de semillas, se mejoran con aplicaciones de ANA en la fase I de desarrollo de fruto en dosis de 15 ppm, y dosis de 30ppm mejora el tamaño final del fruto.

X. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere:

- Utilizar ácido naftalenacetico en la fase I de desarrollo fruto dosis de 15ppm para mejorar características internas de fruta como pH, acidez titulable, menor número de semillas, y dosis de 30ppm para mejorar el calibre de fruto o tamaño final.
- Continuar con las evaluaciones de estas hormonas en interacción con otros factores como: riego, nutrición, condiciones climáticas.
- Probar otras concentraciones en función a la combinación de hormonas para determinar su eficiencia en la producción.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, Y. (2008). Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de los frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. Scielo. 9p.

Acosta, M., Fuch, J., y Cenís, P. (2011). Los Fitorreguladores en la Agricultura. Murcia: BioMur.

Agustí, M. (2010). Fruticultura. Madrid-España: Mundi prensa.

Agustí, M. (2012). Citricultura . Madrid-España: Mundi.Prensa.

Agusti, M., Almela, V., Zaragoa, S., y Juan, M. (1998). Tecnicas para mejorar el tamaño de fruto de naranjas y mandarinas . Radalyc.org, 14p.

Agustí, M., Martínez, A., Mesejo, C., y Almela, M. (2003). Cuajado y Desarrollo de los Frutos Cítricos. Valencia: GENERALITAT VALENCIANA.

Álvarez, R., Saucedo, C., Chavez, S., Medina, V., Colinas, T., y Báez, R. (2008). Reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. Redalyc.org, 8p.

Álvarez, R., Saucedo, C., Chávez, S., Medina, V., y Báez, T. C. (2010). Aplicación de ácido giberélico en precosecha y cera en poscosecha a frutos de limón mexicano. Scielo, 6.

Amorós, M. (2005). Producción de Agrios. Madrid-España: Mundi-Prensa.

Azcón, J., y Talón, M. (2013). Fundamentos de la fisiologia vegetal. España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L. .

Caballero, M. (2018). Determinación de la fenología del limón sutil [citrus aurantifolia (swing l.)] bajo distintos niveles de humedad. Obtenido de Repositorio.utm.edu.e: Tesis ing. agronomo. Universidad Tecnica de Mnabai . UTM. 81p

Castillo, I. (2011). Aplicaciones de fitorreguladores en cítricos. PHYTOMA, 5p.

Centro de Informacio e Inteligencia Comercial (CICO). (2009). Perfil de limas y limones. consultado el 12 de octubre del 2018. Disponible en: www.pucesi.edu.ec: http://www.pucesi.edu.ec/pdf/limon.pdf

Cruz, M., y Romero, L. (2010). Experimentos en Fisiologia Vegetal: Fitohormonas. Colombia: Charlie´s impresores Ltda.

Delgado, F. (2018). 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. Tesis posgrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.63p.

Dorado, D., Grajales, L., y Rojas, L. (2015). Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití Citrus latifolia Tanaka (Rutaceae) . Redalyc.org, 7p.

Ficher, G. (2006). El ácido alfa-naftalenacético (ANA) y el ácido giberélico (GA3) influyen en la producción y calidad del fruto del durazno 'Melocotón Amarillo' (Prunus persica L.). Researchgate, 25p.

Fichet, T. (2004). Physiological process of fruit set in citrus. . Plant. Physiol. 8p.

Fichet, T. (2017). Biosynthesis of Phytohormones and Mode of Action of Growth Regulators. Plant. Physiol. 9p

Flores, R., y Figueroa, A. (2005). Paquete tecnologico para el limon sutil . Tolima: Mexina.

Flores, R., Barrios, A., Herrera, M., Barbosa, F., Acevedo, A., Otero, A., y Tejacal, A. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. Scielo, 9p.

Galván, J., Briones, F., Rivera, P., Valdes, A., Soto, M., Rodríguez, J., y Salazar, O. (2010). Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. Scielo, 7p.

Gambetta, J. (2015). Mejora de la productividad de la mandarina 'Nova': aspectos fisiológicos y medidas de manejo. Researchgate, 9p.

Gaona, G. (2014). Aplicación de cuatro reguladores vegetales, en la potencialidad productiva del limón sutil en la cooperativa Los Guayacanes, cantón Arenillas. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Tecnica de Machala. UTMACH. 63p.

García, Á., Porras, I., Fuster, O., y Ortuño, A. (2003). El limón y sus componentes bioactivos. Consultado el 17 de octubre del 2018. dispivible en: https://docplayer.es/37286996-El-limon-y-sus-componentes-bioactivos.html

Gonzalez, M. (2009). Evaluacion del acido giberelico en limon persa. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Autonoma Antonio Navarro. 63p.

Gravina, A. (2009). Aplicación del ácido giberélico en Citrus: revisión de resultados experimentales en Uruguay. Agrociencia, 7p.

Guardiola, J., y García, L. (2000). Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. Plant Growth, 9p.

Hardy, S., & Sanderson, G. (2010). Citrus maturity testing. Consultado el 12 de Diciembre del 2018. Disponible en:

https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/320294/Citrus-maturity-testing.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). Guia Tecnica Sobre le manejo de los citricos en el litoral Ecuatoriano. Tecnico, Portoviejo, Manabi, Ecuador.

Jarma, A., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2012). Effect of climate change on the physiology of. Scielo, 14.

Laskowski, L., Monerri, C., García, A., y Guardiola, J. (2008). Efecto de la aplicación de ácido indol-acético e inhibidores de auxina sobre el desarrollo inicial del fruto de Citrus sinensis (L.) Osbeck cv. Salustiana. Redalyc.org, 9p.

Matilla, J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. Researchgate, 23p.

Menchaca, F., Partida, L., García, M., Catzim, E., Rodríguez, E., y Cruz, C. (2017). Relationship of naphthaleneacetic acid in quality components of Muskmelon. Scielo , 9p.

Núñez, K., Ramírez, R., y Sindoni, G. (2014). Efecto del estado de madurez sobre las características fisicoquímicas del limón criollo (Citrus aurantifolia Chris). Researchgate, 7p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). Producción y Rendimiento de Limones y limas en Mundo . Consultado el 2 de octubre del 2018. disponible en: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize

Otero, A. (2004). Raleo de frutos en mandarina satsuma y otros cítricos. INIA Uruguay. 22p.

Panchana, S. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de acopio de limón en la comuna sinchal, cantón santa elena". Tesis Ing. Agronomo. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena. UPSE. 82p.

Peryeda, J., Noriega, D., Gozales, R., y Lopez, M. D. (2014). Produccion Organica de Limón Mexicano. Guerrero - Mexico: Inifap.

Puente Huera, C. (2011). Determinación de las características físicas y químicas del limón sutil (Citrus aurantifolia Swingle)(Bachelor's thesis).

Quezada, A. (2015). Uso de giberelinas en la produccion forzada de naranja washington navel (*citrus sinensis*), en la granja experimental la cuca. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Tecnica de Machala. UTMACHALA. 50p.

Razeto, B. (2006). Para Entender la Fruticultura. Chile : Bruno Razeto.

Rebolledo, A. (2017). Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos. Reserchgate, 19p.

Retamal, A. (2003). Efecto de la aplicación de auxinas de sintesis,sobre producción y calibre en el fruto del naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Tardía de Valencia. Scielo Ch., 8p.

Rivadeneira, M., Muller, S., y Gómez, C. (2013). Aplicación de auxinas como agente raleador en mandarinas satsumas. Agrociencia, 6p.

Rodríguez, A., Mazza, M., Martínez, G., Alvarenga, L., Píccoli, B., y Schroeder., A. (2010). Evaluación del efecto del quinmerac en el segundo año de aplicación y del nitrato de potasio sobre la productividad de mandarinas clemenules. Universidad Nacional del Nordeste, 7p.

Santiestevan, M., Borjas, R., Marca, C., y Julca, S. (2017). Niveles Crecientes de N y K en el Cultivo de Limón 'Sutil' (*Citrus aurantifolia* Swingle) en Santa Elena, Ecuador. Pakamurus, 8p.

Senamhi. (2016). Requerimientos edaficos climaticos del cultivo de limoneros. Ficha tecnica. 25p

Sistema de Informacion Agropecuaria (SIPA) (2018). Registros Administrativos Agropecuarios.Disponible en: http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/sipa-estadisticas-registros.

Solis, A., y Tomala, M. (2010). Efecto de npk en la producción de citrus aurantifolia swingle v. sutil en la zona de sinchal - barcelona, cantón santa elena. Scielo, 11p.

Vega, U., & Narrea, M. (2011). Manejo integrado del cultivo de limón . Agrobanco, 43p.

Viasus, G., Álvarez, J., y Alvarado, O. (2013). Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Redalyc.org, 7p.

Villalba, L., Herrera, A., y Orduz, J. (2014). Parámetros de calidad en la etapa de desarrollo y maduración en frutos de dos variedades y un cultivar de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco). Scielo, 14p.

XII. ANEXOS

Anexo 1: Análisis químico del suelo cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia (Christm)* Swingle)

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Vásconez Calva Angel Trajano	**Nombre**	: Sin nombre	**Cultivo Actual**	: Limón
Dirección	: atvc1993@gmail.com	**Provincia**	: Manabí	**Nº Reporte**	: 4469
Ciudad	: Portoviejo	**Cantón**	: Portoviejo	**Fecha de Muestreo**	: 03/08/2018
Teléfono	: dayra.romero@iniap.gob.ec	**Parroquia**	: Colón	**Fecha de Ingreso**	: 03/08/2018
Fax	:	**Ubicación**	:	**Fecha de Salida**	: 30/08/2018

Nº Muest.	Datos del Lote			ppm		meq/100ml			ppm					
Laborat.	Identificación	Area	pH	NH_4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
91056	Lote Limón Sutil		7,6 LAl	15 B	27 A	1,07 A	12 A	5,9 A	45 A	2,1 M	4,1 A	6 B	3,3 B	1,03 A

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION							
pH						Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal			B = Bajo	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino				M = Medio	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino				A = Alto	

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S

RESPONSABLE DPTO/SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Vásconez Calva Angel Trajano	**Nombre**	: Sin nombre	**Cultivo Actual**	: Limón
Dirección	: atvc1993@gmail.com	**Provincia**	: Manabí	**Nº de Reporte**	: 4469
Ciudad	: Portoviejo	**Cantón**	: Portoviejo	**Fecha de Muestreo**	: 03/08/2018
Teléfono	: dayra.romero@iniap.gob.ec	**Parroquia**	: Colón	**Fecha de Ingreso**	: 03/08/2018
Fax	:	**Ubicación**	:	**Fecha de Salida**	: 30/08/2018

Nº Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			
Laborat.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
91056					6,0 A	2,0	5,51	16,73	18,97			24	42	34	Franco-Arcilloso

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino		B = Bajo	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino		M = Medio	
T = Tóxico				A = Alto	

ABREVIATURAS	METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductividad Eléctrica	C.E. = Conductímetro
M.O. = Materia Orgánica	M.O. = Titulación de Welkley Black
RAS = Relación de Adsorción de Sodio	Al+H = Titulación con NaOH

RESPONSABLE DPTO/SUELOS Y AGUA

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 2: Análisis foliar del cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm)Swingle)

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Vásconez Calva Angel Trajano
Dirección : atvc1993@gmail.com
Ciudad : Portoviejo
Teléfono : dayra.romero@iniap.go
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Sin Nombre
Provincia : Manabí
Cantón : Portoviejo
Parroquia : Colón
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo : LIMON
Nº de Reporte : 4469
Fecha de Muestreo: 03/08/2018
Fecha de Ingreso : 03/08/2018
Fecha de Salida : 21/08/2018

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
67183	Lote Limón Sutil		1,9 D	0,29 A	1,77 A	2,64 A	0,27 A	0,20 A		18 D	7 A	192 A	28 A	23 A		

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se emitirán reclamos en los resultados

INST. NACIONAL AUTONOMO DE INV. AGROP. ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE LABORATORIO SUELOS Y TEJIDOS QUEVEDO

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 3: instalación del sistema de riego por goteo en el cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle)

Anexo 4: Aplicación foliar de las Fitohormonas.

Anexo 5: control de plagas y enfermedades, y fertilización de en el cultivo de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle)

Anexo 6: Evaluación de frutos de limón sutil (*Citrus aurantiifolia (Christm)* Swingle)

Anexo 7: Cosecha de frutos de limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Christm) Swingle).

Anexo 8: Datos de variables en laboratorio limón sutil.

Anexo 9: Sacando porcentaje de ácido cítrico y acidez pH.

Anexo 10: Cuadros de datos meteorológicos de los meses de estudio.

	Temp °C	H.R (%)	Preci (mm)	Helio (h)
Julio	24,5	80	0	2,6
Agosto	24,9	76	0	4,2
Septiembre	25,6	73	0	4,9
Octubre	25	74	0,1	4,3
Noviembre	26,1	72	0	2,6

Anexo 11: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase I.

	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
ANA	4,38	4,59	261,83	47,22	6,10	6,10	18,92	7,69	39,62	7,00	8,13	8,23	2,34
GA_3	4,40	4,69	261,00	48,68	5,99	6,09	18,25	8,59	40,30	6,50	7,75	8,13	2,36
15 ppm	4,41	4,71	245,83	48,75	6,07	6,11	19,33	8,20	40,65	6,17	8,00	8,09	2,33
30ppm	4,37	4,57	277,00	47,15	6,02	6,09	17,83	8,08	39,27	7,33	7,88	8,27	2,36
ANA 15ppm	4,43	4,74	252,33	48,63	6,11	6,10	19,83	7,66	41,03	5,67	8,33	8,07	2,32
ANA 30ppm	4,33	4,44	271,33	45,80	6,09	6,10	18,00	7,73	38,20	8,33	7,92	8,39	2,35
$GA_3$15ppm	4,39	4,68	239,33	48,87	6,02	6,12	18,83	8,75	40,27	6,67	7,67	8,11	2,35
$GA_3$30ppm	4,42	4,69	282,67	48,50	5,95	6,07	17,67	8,43	40,33	6,33	7,83	8,15	2,36

Anexo 12: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase II.

	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
ANA	3,99	4,32	211,00	41,35	5,69	5,61	15,25	6,47	34,75	8,00	7,96	7,25	2,28
GA_3	4,27	4,34	215,00	43,05	5,77	5,94	16,67	6,50	36,37	8,00	8,21	8,31	2,30
15 ppm	4,13	4,50	184,17	45,07	5,86	5,72	17,33	7,12	37,85	7,67	8,04	7,57	2,29
30ppm	4,12	4,16	241,83	39,33	5,60	5,83	14,58	5,85	33,27	8,33	8,13	7,99	2,29
ANA 15ppm	3,95	4,57	178,33	45,70	5,84	5,60	16,33	7,62	38,00	7,33	7,83	6,28	2,29
ANA 30ppm	4,02	4,06	243,67	37,00	5,55	5,62	14,17	5,33	31,50	8,67	8,08	8,21	2,28
$GA_3$15ppm	6,47	4,43	190,00	44,43	5,88	5,85	18,33	6,62	37,70	8,00	8,25	8,86	2,29
$GA_3$30ppm	4,22	4,26	240,00	41,67	5,65	6,04	15,00	6,38	35,03	8,00	8,17	7,76	2,31

Anexo 13: Datos de calidad de fruto correspondiente a la fase III.

	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
ANA	4,23	4,58	223,00	43,98	4,66	5,27	16,83	7,45	36,35	6,67	7,98	8,16	2,25
GA_3	4,25	4,49	213,83	43,85	6,13	6,05	17,33	7,25	36,42	6,67	7,73	8,51	2,25
15 ppm	4,22	4,48	236,67	43,37	5,04	5,30	17,17	6,90	36,18	7,33	7,98	8,82	2,26
30ppm	4,27	4,59	200,17	44,47	5,74	6,03	17,00	7,80	36,58	6,00	7,73	7,84	2,23
ANA 15ppm	4,25	4,52	246,67	44,03	3,95	4,62	16,50	7,33	36,40	7,67	8,25	8,02	2,29

ANA 30ppm	4,21	4,65	199,33	43,93	5,36	5,93	17,17	7,57	36,30	5,67	7,70	8,30	2,20
$GA_3$15ppm	4,19	4,44	226,67	42,70	6,13	5,98	17,83	6,47	35,97	7,00	7,70	9,63	2,24
$GA_3$30ppm	4,32	4,54	201,00	45,00	6,13	6,13	16,83	8,03	36,87	6,33	7,75	7,38	2,26

Anexo 14: Datos de los contrastes testigo vs tratamientos, corresponde a la fase I, fase II y fase III.

F. I	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
T1	4,43	4,74	252,33	48,63	6,11	6,10	19,83	7,66	41,03	5,67	8,33	8,07	2,32
T2	4,33	4,44	271,33	45,80	6,09	6,10	18,00	7,73	38,20	8,33	7,92	8,39	2,35
T3	4,39	4,68	239,33	48,87	6,02	6,12	18,83	8,75	40,27	6,67	7,67	8,11	2,35
T4	4,42	4,69	282,67	48,50	5,95	6,07	17,67	8,43	40,33	6,33	7,83	8,15	2,36
T0	4,4	4,6	208	46	6,075	6,08	17,5	6,4	40	8	9	8,03	2,35
F. II	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
T1	3,95	4,57	178,33	45,70	5,84	5,60	16,33	7,62	38,00	7,33	7,83	6,28	2,29
T2	4,02	4,06	243,67	37,00	5,55	5,62	14,17	5,33	31,50	8,67	8,08	8,21	2,28
T3	6,47	4,43	190,00	44,43	5,88	5,85	18,33	6,62	37,70	8,00	8,25	8,86	2,29
T4	4,22	4,26	240,00	41,67	5,65	6,04	15,00	6,38	35,03	8,00	8,17	7,76	2,31
T0	4,4	4,6	174	50	6,08	5,69	17,5	8,1	42	7	8,5	7,84	2,37
F. III	C. E (cm)	C.P(cm)	# frutos	P. FRUTA (gr)	F.E (kg/cm3)	F.P (kg/cm3)	% JUGO (ml)	P. CASCARA (gr)	P. PULPA (gr)	# SEMILLAS	° BIRX	A. titubial (%)	PH
T1	4,25	4,52	246,67	44,03	3,95	4,62	16,50	7,33	36,40	7,67	8,25	8,02	2,29
T2	4,21	4,65	199,33	43,93	5,36	5,93	17,17	7,57	36,30	5,67	7,70	8,30	2,20
T3	4,19	4,44	226,67	42,70	6,13	5,98	17,83	6,47	35,97	7,00	7,70	9,63	2,24
T4	4,32	4,54	201,00	45,00	6,13	6,13	16,83	8,03	36,87	6,33	7,75	7,38	2,26
T0	4,6	5,5	146	60	6,135	6,14	22	15	52	6	7,75	7,66	2,39