

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de reguladores de crecimiento para la calidad del fruto en el cultivo de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) en El Chical - Carchi”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Wimper Cristian Acero Estrada

TUTOR: Ing. Segundo Ramiro Mora Quilismal M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR

2018



## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Wimper Cristian Acero Estrada con el número de cédula 0401819354 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de reguladores de crecimiento para la calidad del fruto en el cultivo de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) en El Chical - Carchi”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

.....  
**Ing. Ramiro Mora M.Sc**

.....  
**Ing. David Herrera M.Sc**

Tulcán, 12 de noviembre del 2018

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Wimper Cristian Acero Estrada con cédula de identidad número 0401819354 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

**Cristian Acero**

Tulcán, 12 de noviembre del 2018

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Wimper Cristian Acero Estrada declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de reguladores de crecimiento para la calidad del fruto en el cultivo de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) en El Chical - Carchi” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

**Cristian Acero**

Tulcán, 12 de noviembre del 2018

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, por darme la fortaleza de seguir luchando por cumplir mis metas, superando los obstáculos y estar conmigo siempre en todo momento.*

*A la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI, a la facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, en especial a quienes conforman la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario quienes compartieron conmigo sus conocimientos en mi formación académica.*

*A mi madre María Estrada Muepaz, por ser la persona que en todo momento me ha brindado su apoyo incondicional en mis objetivos trazados.*

*Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Ramiro Mora, tutor de tesis y al Ing. Luis Tipaz, propietario del almacén AGROMUNDO S.C, quienes ayudaron a resolver mis dudas e inquietudes en el desarrollo de la investigación.*

*A mi padre Servio Acero, por permitirme realizar la fase experimental de la investigación en su cultivo, así como también por sus conocimientos compartidos.*

*A mi hermano Marlon Acero y su novia Adriana Quendi, un agradecimiento especial por ser un pilar fundamental en el desarrollo experimental de mi tesis.*

*A Tania Yépez, quien llegó a mi vida brindándome su amor y cariño sincero para seguir luchando juntos por nuestros sueños.*

## **DEDICATORIA**

*Al culminar una de mis metas propuestas dedico con mucho cariño esta investigación, a mi madre María Estrada quien siempre depositó su confianza y cariño en todo momento, de manera especial a mi hijo Alan Acero quien es el motivo de seguir luchando por cumplir todas mis metas y ser cada día mejor.*

## ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR .....	i
AUTORÍA DE TRABAJO .....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE .....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.4.1 Objetivo General .....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4.3 Preguntas de Investigación.....	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	3
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2 MARCO TEÓRICO .....	5
2.2.1 Origen y distribución.....	5
2.2.2 Descripción botánica .....	6
2.2.2.1 Raíz .....	6
2.2.2.2 Tallo .....	7
2.2.2.3 Hojas .....	7
2.2.2.4 Flores.....	8
2.2.2.5 Frutos .....	9
2.2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo .....	10
2.2.3.1 Altitud .....	10
2.2.3.2 Temperatura .....	10
2.2.3.3 Precipitación.....	10
2.2.3.4 Humedad relativa .....	10

2.2.3.5 Radiación (Luz) .....	11
2.2.3.6 Vientos .....	11
2.2.3.7 Suelo .....	11
2.2.3.8 pH.....	11
2.2.3.9 Textura.....	12
2.2.3.10 Pendiente.....	12
2.2.4 Manejo de plagas y enfermedades .....	12
2.2.5 Reguladores de crecimiento .....	13
2.2.6 Los reguladores de crecimiento para la agricultura .....	14
2.2.7 Aspectos a considerar en la aplicación de reguladores de crecimiento .....	14
2.2.8 Usos prácticos de los reguladores de crecimiento en la agricultura .....	15
2.2.8.1 Estimulación del crecimiento vegetativo .....	15
2.2.8.2 Inhibición del crecimiento .....	15
2.2.8.3 Brotación lateral de yemas.....	16
2.2.8.4 Regulación de la fructibilidad y apertura floral .....	16
2.2.8.5 Amarre de fruto.....	16
2.2.8.6 Tamaño de fruto.....	17
2.2.9 Auxinas .....	17
2.2.9.1 Generalidades.....	17
2.2.9.2 Biosíntesis .....	18
2.2.9.3 Las auxinas regulan el desarrollo del fruto .....	18
2.2.10 Citocininas .....	18
2.2.10.1 Amarre y crecimiento del fruto.....	19
2.2.10.2 Funciones de las citocininas .....	19
2.2.11 Giberelinas .....	20
2.2.11.1 Las giberelinas influyen en el inicio de la floración y en la determinación del sexo .....	20
2.2.11.2 Las giberelinas promueven el cuajado del fruto .....	20
2.2.12 2,4-D Éster butílico .....	21
2.2.13 Phyto-Hormonal Plus.....	21
2.2.13.1 Análisis garantizado.....	22
2.2.13.2 Efectos generados .....	22
2.2.13.3 Como actúa .....	22
2.2.14 Flower tie .....	23

2.2.14.1 Análisis garantizado .....	23
2.2.14.2 Efectos generados .....	23
2.2.14.3 Eficacia.....	23
III. METODOLOGÍA .....	24
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO .....	24
3.1.1 Enfoque .....	24
3.1.2 Tipo de Investigación.....	24
3.2 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	24
3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25
3.4 MÉTODOS UTILIZADOS .....	27
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1 RESULTADOS.....	31
4.1.1 Fruto cuajado (%).....	32
4.1.2 Peso de fruto (g) .....	37
4.1.3 Diámetro ecuatorial del fruto (cm) .....	42
4.1.4 Diámetro polar del fruto (cm).....	47
4.1.5 Rendimiento de parcela neta (g).....	52
4.2 DISCUSIÓN .....	57
4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	64
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
5.1 CONCLUSIONES .....	70
5.2 RECOMENDACIONES .....	70
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	I
VII. ANEXOS .....	V

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de naranjilla.....	5
Tabla 2. Superficie cosechada, producción y rendimiento de las principales provincias productoras de naranjilla.....	6
Tabla 3. Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la Naranjilla ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	12
Tabla 4. Productos a base de auxinas, giberelinas y citocinina que se comercializan en Ecuador.....	13
Tabla 5. Definición y operacionalización de variables.....	25
Tabla 6. Características del ensayo se muestra en la siguiente tabla.....	27
Tabla 7. Dosis de los reguladores de crecimiento utilizados en el cultivo de naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	30
Tabla 8. Número de aplicaciones de los reguladores de crecimiento en naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	30
Tabla 9. Contrastes de Hipótesis nula (H0) y alternativa (HA).....	30
Tabla 10. Diseño de tratamientos del proyecto de investigación, El Chical – Carchi.....	30
Tabla 11. Esquema de ADEVA 4 x 4 x 2 +1.....	31
Tabla 12. Porcentaje de fruto cuajado (%); en el cultivo naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	32
Tabla 13. Comparaciones ortogonales para la variable fruto cuajado (%) en el Factor 1 (A). .....	33
Tabla 14. Polinomios ortogonales para el fruto cuajado (%) en el Factor 2 (C). .....	34
Tabla 15. Peso de fruto (g); en el cultivo naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ). .....	37
Tabla 16 . Comparaciones ortogonales para peso de frutos (g) en el Factor 1(A). .....	38
Tabla 17. Polinomios ortogonales para el peso de frutos (g) en el Factor 2 (C). .....	39
Tabla 18. Diámetro ecuatorial del fruto (cm); en el cultivo naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	42
Tabla 19. Comparaciones ortogonales para el diámetro ecuatorial del fruto (cm) en el Factor 1 (A). .....	43
Tabla 20. Polinomios ortogonales para el diámetro ecuatorial del fruto (cm) en el Factor 2 (C). .....	44
Tabla 21. Diámetro polar del fruto (cm); en el cultivo naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ). .....	48

Tabla 22. Comparaciones ortogonales para el diámetro polar del fruto (cm) en el Factor 1 (A).....	48
Tabla 23. Polinomios ortogonales para el diámetro polar del fruto (cm) en el Factor 2 (C). .....	50
Tabla 24. Rendimiento de parcela neta (g); en el cultivo naranjilla híbrida ( <i>Solanum quitoense</i> ).....	53
Tabla 25. Comparaciones ortogonales para rendimiento de parcela neta (g) en el Factor 1 (A). ....	53
Tabla 26. Polinomios ortogonales para el rendimiento de parcela neta (g) en el Factor 2 (C). .....	55
Tabla 27. Análisis económico de la investigación para el Factor 1. ....	64
Tabla 28. Análisis económico de la investigación para el factor 2 (C).....	65
Tabla 29. Análisis económico de la investigación para la interacción del Factor 1 (A), Factor 2 (C) y Factor (E). ....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema radicular de naranjilla .....	7
Figura 2. Tallo ramificado .....	7
Figura 3. Hojas grandes sin espina.....	8
Figura 4. Hojas con espinas .....	8
Figura 5. Cojinete floral o inflorescencia.....	9
Figura 6. Flor con pistilo largo.....	9
Figura 7. Frutos con pubescencia.....	10
Figura 8. Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable fruto cuajado (%). ...	33
Figura 9. Correlación entre las dosis del Factor 2 (C) con la variable fruto cuajado (%). ...	34
Figura 10. Gráfico de interacción, dosis de auxinas y complejo hormonal .....	35
Figura 11. Gráfico de interacción, dosis de complejo hormonal y etapas de aplicación .....	36
Figura 12. Comparación de factoriales vs testigo .....	36
Figura 13. Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable peso de frutos (g). .	38
Figura 14. Correlación entre las dosis del Factor 2 con la variable peso de frutos (g). .....	40
Figura 15. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal.....	40
Figura 16. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y etapas de aplicación.....	41
Figura 17. Comparación de factoriales vs testigo .....	41

Figura 18. Correlación entre las dosis del Factor 1 con la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm).	43
Figura 19. Correlación entre las dosis Factor 2 (C) con la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm).	45
Figura 20. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal.	46
Figura 21. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y etapas de aplicación.	46
Figura 22. Comparación de factoriales vs testigo	47
Figura 23. Correlación entre las dosis del Factor 1 con la variable diámetro polar del fruto (cm).	49
Figura 24. Correlación entre las dosis del Factor 2 con la variable diámetro polar del fruto (cm).	50
Figura 25. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal.	51
Figura 26. Comparación de factoriales vs testigo	52
Figura 27. Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable rendimiento de parcela neta (g).	54
Figura 28. Correlación entre las dosis o niveles del Factor 2 (C) con la variable rendimiento de parcela neta (g).	55
Figura 29. Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal.	56
Figura 30. Comparación de factoriales vs testigo	57
Figura 31. Superficie de respuesta para la variable fruto cuajado (%)	57
Figura 32. Superficie de respuesta para la variable fruto cuajado (%)	58
Figura 33. Superficie de respuesta para el peso de fruto (g)	59
Figura 34. Superficie de respuesta para el peso de fruto (g)	60
Figura 35. Superficie de respuesta para el diámetro ecuatorial del fruto (cm)	61
Figura 36. Superficie de respuesta para el diámetro ecuatorial del fruto (cm)	62
Figura 37. Superficie de respuesta para el diámetro polar del fruto (cm)	63
Figura 38. Superficie de respuesta para el rendimiento de parcela neta (g)	63
Figura 39. Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de las dosis utilizadas del Factor 1 (A).	64
Figura 40. Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de las dosis utilizadas del Factor 2 (C).	65
Figura 41. Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de la interacción del Factor 1 (A), factor 2 (C) y factor 3 (E).	68

## RESUMEN

En este estudio se evaluó el efecto de reguladores de crecimiento para la calidad del fruto en el cultivo de naranjilla; variedad “Híbrida Puyo”. La investigación se realizó en la parroquia El Chical del cantón Tulcán, provincia del Carchi. Se implementó un ensayo con 33 tratamientos más un testigo químico o convencional, con un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial de  $A \times B \times C + 1$ , con 3 repeticiones; en parcelas de  $7,5 \text{ m}^2$ , distancia entre plantas (DP)  $2,5 \text{ m} \times$  distancia entre surcos (DH)  $3 \text{ m}$ . Los tratamientos fueron Auxinas (A) a  $0,00 \text{ ccl}^{-1}$  (testigo absoluto) y tres niveles ( $0,35$ ;  $0,70$ ;  $1,05$ )  $\text{ccl}^{-1}$ , Complejo hormonal (C) a  $0,00 \text{ ccl}^{-1}$  (testigo absoluto) y tres niveles ( $0,15$ ;  $0,30$ ;  $0,50$ )  $\text{ccl}^{-1}$  y dos etapas de aplicación (E); en flor abierta (Fa), flor abierta y fruto cuajado (FaFc) y un testigo químico; 2, 4 D – Éster Butílico. Para la variable fruto cuajado se destacó T13 con  $70,38 \%$  y el testigo químico T33 fue de  $30,08\%$ , para la variable peso de fruto se destacó el T9 con  $85,73 \text{ g}$  promedio por fruto y el T33 fue de  $100,53 \text{ g}$ , para la variable diámetro ecuatorial del fruto se destacó T9 con  $5,31 \text{ cm}$  y el T33 fue de  $5,61 \text{ cm}$ , para la variable diámetro polar del fruto se destacó T9 con  $4,81 \text{ cm}$  y el T33 fue de  $5,16 \text{ cm}$ , para la variable rendimiento de parcela neta (PN) se destacó T9 con  $963,48 \text{ g PN}^{-1}$  en la etapa fenológica de aplicación; Flor abierta (Fa) y el T33 fue de  $963,48 \text{ cm}$ ; a pesar que el testigo químico (T33) resultó mayor en peso, en rendimiento, diámetro ecuatorial y polar; no cumple con los estándares de calidad para exportación; reduciéndose al mercado nacional. En cuanto al análisis económico el mejor tratamiento fue el de las auxinas la dosis o nivel A3 ( $0,70$ )  $\text{ccl}^{-1}$  fue la más rentable con  $0,95 \text{ USD}$  por cada dólar invertido, en el caso del complejo hormonal la dosis o nivel C2 ( $0,15$ )  $\text{ccl}^{-1}$  fue la más rentable con  $0,94 \text{ USD}$  por cada dólar invertido y la interacción del tratamiento T9 fue la más rentable con  $1,55 \text{ USD}$  por cada dólar invertido.

## ABSTRACT

In this study was evaluated the effect of growth regulators: variety "Hybrid Puyo", for the quality of the fruit in the naranjilla cultivation. The research was carried out in El Chical parish in Tulcán canton, Carchi province. An essay with 33 treatments more a chemical or conventional control was implemented, with an experimental design of randomized complete blocks (DBCA) in factorial arrangement of A x B x C + 1, with 3 repetitions; in plots of 7.5 m<sup>2</sup>, distance between floors (DP) 2.5 m x distance between rows (DH) 3 m. The treatments were Auxins (A) at 0.00 ccl-1 (absolute control) and three levels (0.35, 0.70, 1.05) ccl-1, a Hormone Complex (C) at 0.00 ccl- 1 (absolute control) and three levels (0.15, 0.30, 0.50) ccl-1 and two application steps (E); in open flower (Fa), open flower and fruit set (FaFc) and a chemical control; 2, 4 D - Butyl ester.

For the fruit set variable T13 stood out with 70.38% and the chemical control T33 was 30.08%, for the fruit weight variable T9 stood out with 85.73 g average fruit and T33 was 100.53 g, for the variable equatorial diameter of the fruit stood out T9 with 5.31 cm and T33 was 5.61 cm, for the variable polar diameter of the fruit T9 stood out with 4.81 cm and T33 was 5.16 cm, for the variable yield of net plot (PN) stood out T9 with 963.48 g PN-1 in the phenological stage of application. Open flower (Fa) and T33 was 963.48 cm; although the chemical control (T33) was greater in weight, in yield, equatorial and polar diameter; it does not meet quality standards for export; shrinking therefore to the national market.

Regarding the economic analysis, the best treatment was the auxins dose or level A3 (0.70) ccl-1 was the most profitable with 0.95 USD for each dollar invested, in the case of the hormonal complex the dose or level C2 (0.15) ccl-1 was the most profitable with 0.94 USD for every dollar invested and the interaction of the T9 treatment was the most profitable with 1.55 USD for each dollar invested.

**Keywords:** 2,4 D Butyl ester, Auxins, Hormone complex

## INTRODUCCIÓN

Según ICA (2011), “la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). es una solanácea originaria de los Andes del Ecuador y Colombia, siendo muy apetecidas en los mercados nacionales y extranjeros”. Se estima que en Ecuador hay 10.000 a 12.000 hectáreas de producción, la naranjilla o lulo, como se lo conoce en Perú y Colombia, se desarrolla entre los 1.500 a 2.800 msnm, encontrándose también en territorios cercanos a la Amazonía. (IICCA, 2007).

Según Fiallos (2000), “aproximadamente el 60% de la producción nacional de naranjilla, corresponde a la variedad híbrido Puyo, cuya producción se basa en la utilización de productos hormonales como el 2,4-D (Dacocida), altamente residual, usada para engrosar los frutos”.

Según Zambrano (sf), gran parte de nuestra naranjilla va hacia Colombia, esto se debe a la gran demanda que este producto tiene en el mercado interno de ese país, lo que ha permitido que Ecuador exporte un gran volumen de su producción.

La naranjilla es un frutal no tradicional de gran importancia económica en las estribaciones de la cordillera y la Amazonía ecuatoriana. Su fruta es muy apetecida debido a sus características físicas, químicas y organolépticas que le brindan calidad para su consumo, se caracteriza por su jugo de sabor agrio, es un producto rico en vitaminas A, C, B1, B2, proteínas y minerales (Silva, et al., 2015).

Según MAG (2015), “en la provincia del Carchi el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) ocupa una superficie de 15 ha en total con rendimientos de 16.900 kg $ha^{-1}$  anuales”. Levy (2014), en la parroquia El Chical cantón Tulcán provincia del Carchi, la naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) se ha convertido en uno de los principales productos cultivados, incrementando su economía a los agricultores, para este cultivo existen varios negociantes que adquieren el producto a diario, se puede observar los bultos de naranjilla al filo de la carretera esperando ser recogidos por estos.

## **I. PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el Ecuador los principales problemas que afectan el frutal de naranjilla (*solanum quitoense*) es la falta de tecnología en el manejo y la calidad de la fruta para su comercialización. (Silva, et al., 2015).

El INIAP (Vásquez, et al., 2011) “en el programa nacional de fruticultura mencionan que el fruto de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) es pequeño (<3 cm de diámetro), según el Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural de El Chical (2014), “se utilizan excesivos productos agroquímicos para mejorar la calidad del producto y su comercialización es deficiente, en especial en el cultivo de naranjilla híbrida”.

El desconocimiento de alternativas de producción en la localidad El Chical, “evidencia la falta de capacitación de los agricultores sobre manejo racional de los mismos, situación que ocasionan contaminación del ambiente, afectando la salud de productores y consumidores” (Revelo & Sandoval, 2003). En gran parte los productores de naranjilla de la zona llevan sus cultivos de manera empírica.

Según Sosa (2009), “los agroquímicos utilizados son sintéticos y se observan sobredosificaciones alarmantes por la mezcla de productos del mismo grupo químico”, disminuyendo la longevidad de la planta y contaminación en el fruto, conjuntamente hay un incremento en los costos de producción y bajos rendimiento disminuyendo la economía del agricultor.

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La calidad en el fruto de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) es afectada por las malas prácticas agrícolas empleadas por los agricultores.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación proyecta cambiar la agricultura tradicional con nuevas tecnologías en el cultivo de naranjilla, para tener un fruto de calidad y así una buena comercialización, el INIAP ha sido la institución que ha estado en constantes investigaciones en busca de nuevas técnicas de producción del cultivo, generando materiales resistentes y prácticos.

Con esta investigación se pretende disminuir el excesivo uso de agroquímicos que usan los agricultores para mejorar el tamaño del fruto de naranjilla híbrida, haciendo uso de reguladores de crecimiento. Según Westwood citado en (Navarrete Flores, 2014). Existe alta oferta de estos nuevos productos para mejorar su calidad, estos generalmente contienen diferentes hormonas y concentraciones, entre ellas auxinas, citoquininas y giberelinas, que actúan en la división celular y el incremento del tamaño de las células.

“El programa de fruticultura del INIAP evaluó varios productos en el cultivo de naranjilla resultando mejor la aplicación de Maxigrow y Cytokin que no afecta a la salud humana” (Vásquez, et al., 2011). Esta institución realiza investigaciones tratando de dar a los agricultores nuevas alternativas de producción haciendo un manejo adecuado, que eviten la contaminación del ambiente y dejar de lado la agricultura tradicional o empírica.

Al disminuir el uso de agroquímicos sintéticos y de gran residualidad, los productores aportarán a la descontaminación del ambiente, disminuyendo los costos de producción y mejorando la calidad de vida.

### **1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar reguladores de crecimiento en el cultivo de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) para mejorar la calidad del fruto

### 1.4.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la época óptima de aplicación de los reguladores de crecimiento.
2. Determinar cuál de los tratamientos en estudio mejora la producción de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) con el uso de los reguladores de crecimiento.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### 1.4.3 Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál es la mejor época de aplicación de reguladores de crecimiento?
2. ¿Los reguladores de crecimiento influye en la producción de naranjilla?
3. ¿Cuál de los tratamientos en estudio es más rentable con la aplicación de reguladores de crecimiento?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la Universidad Central del Ecuador (UCE) León & Navarrete (2014), investigaron: “Evaluación de reguladores orgánicos de crecimiento para el engrose del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). San Miguel de los Bancos- Pichincha”. Se hizo el estudio de dos dosis de aplicación de reguladores de crecimiento, dosis recomendada y un 50% más de la dosis inicial. Además, se hicieron en dos factores de estudio a1 (flor y cuajado) y a2 (flor, cuajado y engrose). Para sus factores de estudio se hizo un arreglo factorial  $A \times B \times C + 3$ , cuatro productos, dos dosis, dos aplicaciones y tres testigos (dos testigos del agricultor y un testigo absoluto).

Obteniendo como resultado que MAXIGROW EXCEL fue el regulador orgánico de crecimiento más eficiente para el engrose del fruto de naranjilla con un rendimiento de 11,52 t/ha y un diámetro promedio de fruto de 49,12 mm; seguido de AGROMIL PLUS con un rendimiento de 11,27 t/ha y un diámetro promedio de fruto de 47,40 mm. Éstos reguladores orgánicos de crecimiento deben aplicarse en dosis alta (50 % más de lo recomendado – 3,75 ml/l), llegando a un diámetro de fruto promedio de 46,43 mm y un rendimiento de 11,07 t/ha; con tres aplicaciones (aplicaciones en flor, cuajado y engrose) obteniendo un diámetro de 42,52 mm y un rendimiento de 9,02 t/ha. Es necesario también mencionar que además de

presentar los mejores rendimientos productivos, las aplicaciones antes mencionadas son también las que obtienen un mejor rendimiento económico con réditos durante el primer año 7.746, 50 USD/ha de cultivo en producción.

En el INIAP Estación Experimental Santa Catalina Revelo & Sandoval (2003), Realizaron un estudio agro-socio-económico de la naranjilla en la Región Amazónica del Ecuador, para identificar los principales factores que afectan la producción, calidad de este frutal y orientar actividades de investigación (generación de tecnología) y actividades de capacitación o transferencia. La metodología utilizada para esta investigación fue por información proporcionada por los productores, extensionistas y vendedores de almacenes de insumos agrícolas.

Obteniendo como resultado que el principal sistema de producción es el tradicional o pionero (66% de productores), la costumbre generalizada de aplicar en forma conjunta fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares y biorreguladores de crecimiento (hormonas), es la causa de sobredosificaciones alarmantes, por la mezcla de fungicidas con igual principio activo e insecticidas del mismo grupo químico, evidenciando la falta de capacitación de los productores sobre manejo racional de los mismos. Además, una de las principales alternativas más conveniente que presenta esta investigación desde el punto de vista de protección del bosque primario y de la salud humana, sería el sistema tecnificado: manejo integrado de plagas y enfermedades, uso de abonos orgánicos, variedades resistentes y de gran producción, recomendación adecuada de fertilización y uso racional de pesticidas.

En la Universidad Politécnica Salesiana Vásquez Guaña (2010), investigó: Evaluación del comportamiento del cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) sometido a la aplicación foliar de fertilizantes orgánicos, sintéticos y 2,4-D Ester Butílico La Mana-Ecuador. Obteniendo como resultado que el uso de Té de estiercol 500 cc/l de agua en combinación con el 2,4-D Ester butílico en una dosis de 0.027 cc/l de agua ya que se determinó que su aplicación influyo positivamente en el rendimiento del cultivo. Si bien la aplicación de 2,4-D Ester butílico tiene un efecto positivo en el cultivo es importante buscar una alternativa a su uso ya que al ser un herbicida no deja de ser un producto de riesgo para la salud de los consumidores y el ambiente.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Origen y distribución

La naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*), ha sido de vital importancia para la subsistencia de los colonizadores de la región Amazónica del Ecuador. En esta región y en las estribaciones de la cordillera occidental se cultivan alrededor de 5.025 hectáreas. (Revelo, et al., 2010).

El principal centro de origen de la naranjilla es el área comprendida entre Popayán (Colombia) y Loja (Ecuador), en donde el cultivo data de épocas precoloniales. Posteriormente la planta se ha distribuido a nuevas zonas que presentan condiciones ecológicas similares a su hábitat nativo, tales como las tierras altas del Perú, Panamá, Costa Rica y Guatemala (Vivar, 1968).

En el Ecuador se cultiva en la región amazónica, principalmente en las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago; en menor escala se cultiva en Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Orellana. También se encuentran huertos de este frutal en el cantón Baños de la provincia de Tungurahua, en la zona nor-occidental de las provincias de Pichincha, Imbabura, Carchi y Santo Domingo de los Tsáchilas, en condiciones ambientales y de suelos diversos. (Revelo, et al., 2010).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de naranjilla

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Subreino</b>	Espermatophyta
<b>División</b>	Angiosperma
<b>Subdivisión</b>	Dicotiledónea
<b>Clase</b>	Simpétala
<b>Subclase</b>	Pentacíclica
<b>Orden</b>	Tubifloras
<b>Familia</b>	Solanacea
<b>Sección</b>	Lasiocarpa
<b>Genero</b>	Solanum
<b>Especie</b>	Quitoense
<b>Variedad</b>	Quitoense (sin espinas) Septentrionales (con espinas)
<b>Nombre científico</b>	Solanum quitoense Lamark
<b>Nombre vulgar</b>	Naranjilla en Ecuador y Perú, lulo en Colombia, naranjilla de castilla y toronja en España, quito naranja en EEUU, morelle de quito en Francia, gele terong en Holanda y berenjena de olor en Costa Rica

Nota: Tomado del libro (Revelo, et al., 2010)

**Tabla 2.** Superficie cosechada, producción y rendimiento de las principales provincias productoras de naranjilla

Provincias	Superficie cosechada (ha)	Producción (tm)	Rendimiento (tm/ha)
Oriente	4111	18588	4,52
Napo	1310	4780	3,65
Pastaza	1278	6412	5,02
Sucumbíos	842	3380	4,01
Morona Santiago	508	3186	6,27
Zamora Chinchipe	108	445	4,12
Orellana	65	385	5,92
Sierra	914	4008	4,39
Pichincha	502	2545	5,07
Cotopaxi	48	198	4,12
Nivel Nacional	5025	22596	4,5

Nota: tomado de MAGAP-dirección de información geográfica y agropecuaria.2009

La naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*) es de porte pequeño, de aproximadamente 1 m de altura, produce frutos pequeños, pero con aplicaciones de 2,4 D (Herbicida hormonal) durante su floración, estos adquieren tamaños mayores. El producto residual del herbicida es perjudicial para la salud y ha impedido su exportación por los residuos encontrados en el fruto (Revelo, et al., 2010)

## 2.2.2 Descripción botánica

### 2.2.2.1 Raíz

La raíz principal de la naranjilla es pivotante, se extiende hasta de 50 cm, con abundantes raíces secundarias leñosas, los híbridos no presentan raíz principal por ser propagados vegetativamente, pero si una gran cantidad de raíces laterales superficiales (Revelo, et al., 2010).



**Figura 1.** Sistema radicular de naranjilla

#### **2.2.2.2 Tallo**

Erecto y en ocasiones ramificado desde el suelo, robusto, leñoso, cilíndrico, veloso y siempre verde. Presenta de cuatro a seis ramificaciones laterales dispuestas alternadamente, las que sirven de sostén de todo el material herbáceo aéreo. Plantas arbustivas, de hasta 2.0 m de altura según la calidad del suelo en el caso de la naranjilla común, y hasta de 1.30 m en el caso de los híbridos. La naranjilla común y los híbridos no presentan espinas en el tallo (Revelo, et al., 2010).



**Figura 2.** Tallo ramificado

#### **2.2.2.3 Hojas**

Grandes (30 a 40 cm de largo), de forma oblonga-ovalada con bordes ondulados, alternas, de color verde oscuro el haz y de color violáceo en el envés cuando son jóvenes, y verde claro blanquecino cuando maduras, con nervaduras principales y secundarias de color violáceo, limbo delgado y cubierto de vellosidades. Se adhieren a las ramas con un peciolo pubescente y succulento de 15 cm de largo aproximadamente (Figura 3). En los híbridos, las hojas son más pequeñas y no presentan tintes violáceos. La variedad septentrional como

característica importante presenta espinas a lo largo de la nervadura de las hojas (Figura 4) (Revelo, et al., 2010).



**Figura 3.** Hojas grandes sin espina



**Figura 4.** Hojas con espinas

#### **2.2.2.4 Flores**

Las flores se agrupan en corimbos de tres a doce unidades que están adheridos a las axilas de las ramas por pedúnculos cortos. Las flores son hermafroditas, el cáliz en la naranjilla común es de color blanco afelpado en la parte superior y blanco purpura en la parte inferior, mientras que en los híbridos es completamente blanco. La corola de cinco pétalos a terciopelados y de color cremoso, envuelven a cinco estambres amarillentos, tenues y delicados y el pistilo es verdoso (Figura 5 y 6).

Una característica particular de las inflorescencias, de las variedades e híbridos, es la presencia de flores hembras y machos, las primeras presentan pistilos largos que sobrepasan la altura de los estambres por lo cual pueden ser polinizados y fecundados, mientras que las segundas tienen pistilos cortos o poco desarrollados que al no ser fecundados generalmente provocan su caída.

El tipo de polinización de la naranjilla es predominante alógama o cruzada y se efectúa por insectos, principalmente del orden Himenóptera. Sin embargo, la auto fertilización mediante polinización manual resulta en fructificación. (Revelo, et al., 2010).



**Figura 5.** Cojinete floral o inflorescencia



**Figura 6.** Flor con pistilo largo

#### **2.2.2.5 Frutos**

Son esféricos o ligeramente achatados, de piel de color amarillo intenso, amarillo rojizo o naranja en la madurez. Están cubiertos de una suave y tupida pilosidad (Figura 7). Los frutos están unidos al raquis de la inflorescencia por pedicelos cortos. La corteza de los frutos es de aspecto liso y resistente. La pulpa de color amarillo, la plana de naranjilla fructifica desde la base de las ramas hacia el ápice sin interrupción, observando en una misma planta hay frutos y flores en diferentes estados de desarrollo. (Revelo, et al., 2010).



**Figura 7.** Frutos con pubescencia

## **2.2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

### **2.2.3.1 Altitud**

Este cultivo se desarrolla desde los 1.600 a los 2.400 msnm siendo la altura óptima alrededor de los 1.800 msnm. En la zona ecuatorial y algo más bajo en zonas más alejadas del Ecuador. Se considera que las alturas entre 1.600 a 2.000 msnm son apropiados para la siembra de la naranjilla dulce y las alturas superiores a los 2.000 msnm apropiadas para el cultivo de la naranjilla ácida (IICA, 2007).

### **2.2.3.2 Temperatura**

El rango de temperatura aceptado para el cultivo es de 16° a 24°C, teniendo como temperaturas óptimas 17 °- 18 ° C (IICA, 2007).

### **2.2.3.3 Precipitación**

La naranjilla requiere además de precipitaciones que oscilen entre 1.600 a 2.800 mm anuales siendo la precipitación óptima la de 2.500 mm (IICA, 2007).

### **2.2.3.4 Humedad relativa**

La naranjilla se desarrolla bien en zonas con humedad relativa de 78 a 92%, muy cercano al índice de saturación (IICA, 2007).

### **2.2.3.5 Radiación (Luz)**

La variedad común y los híbridos Puyo e INIAP Palora se desarrollan bien a plena exposición solar, sin necesidad de adicionar sombra de los árboles. (IICA, 2007).

### **2.2.3.6 Vientos**

Debido al gran tamaño de las hojas y ramas quebradizas, la planta de naranjilla no resiste lugares ventosos, lo que es conveniente seleccionar zonas libres de vientos fuertes o protegidos con la vegetación natural de la zona. (IICA, 2007).

### **2.2.3.7 Suelo**

En la región amazónica se encuentran suelos de varias condiciones: andinos de transición laterítica, hidrolítica, el laterol hidrolítico y el laterol amarillo rojizo. Los primeros se localizan desde los 3.000 hasta los 1.000 msnm de altitud y corresponden a la zona nubosa de bosque higrofito. Lluvia copiosamente durante todo el año llegando a los 3.000 mm, presenta pH ácido a neutro, pendientes escarpadas y pocas pendientes suaves. Su valor agrícola se encuentra en los lugares no muy escarpados.

Los suelos laterol hidrolítico se localizan entre 1.000 y 2.000 m de altitud de la vertiente oriental, con climas tropicales y subtropicales húmedos. La parte baja presenta grandes áreas de topografía suave y suelos rojos con horizonte húmico sujetos a percolación. Para la producción agrícola es necesaria añadirles cal y abonos.

Los suelos lateroles amarillo rojizo, están situados por debajo de los 1.00 m de altitud y son pobres de materia orgánica. El relieve es ondulado con drenaje normal y pH ácido de 5,0 a 5,6. (IICA, 2007).

### **2.2.3.8 pH**

La naranjilla requiere un pH entre 5,3 y 6,0. (IICA, 2007).

### 2.2.3.9 Textura

La naranjilla se desarrolla bien en suelos de textura franca, franco arcilloso o franco arenoso, profundos (mayor a 60 cm), con buen contenido de materia orgánica y con buen drenaje porque no soporta encharcamiento. (IICA, 2007).

### 2.2.3.10 Pendiente

Son aconsejables los suelos ligeramente inclinados a inclinados (no mayor a 40%), ya que, en suelos planos, las altas precipitaciones hacen que estos se inunden y provoquen la asfixia radicular, pudriciones y muerte de las plantas. (IICA, 2007).

### 2.2.4 Manejo de plagas y enfermedades

Para que el cultivo se desarrolle de una manera adecuada es necesario que éste permanezca libre de plagas y enfermedades, para que su potencial se manifieste al máximo.

Por lo tanto, es necesario poner énfasis en los controles fitosanitarios y realizarlos de manera preventiva, antes que realizarlos en forma curativa. (Corpoica , 2002).

Las principales plagas y enfermedades son expresadas en la tabla 3 con sus características principales.

**Tabla 3.** Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la Naranjilla (*Solanum quitoense*).

Nombre Común	Nombre Científico	Características	Síntomas
Lancha	<i>Phytophthora infestans</i>	Manchas oscuras en forma longitudinal en tallo y ramas.	Aparece en los tallos y ramas, causando el marchitamiento y la muerte por la destrucción del sistema de conducción de la savia.
Marchitez	<i>Fusarium sp.</i>	Marchitez de una parte de la planta, la cual avanza hasta la muerte de la planta.	Cuando el tallo se corta transversalmente se observa coloración oscura del sistema vascular en forma de anillos, situación que también se observa en raíces y pecíolos.
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Manchas oscuras gris o negras redondeadas, con borde definidos y con centro más claro.	Ataca tallos, hojas y frutos provocando que estos últimos caigan o se momifican.
Barrenador del cuello	<i>Faustinus sp</i>	Las larvas se introducen en el interior del tallo y se alimentan del tejido	Las plantas se marchitan y la acción de infecciones secundarias en el interior de los tallos originan la muerte de las mismas.

molecular, tanto de las raíces como del tallo.

Gusano del fruto	<i>Neoleucinodes elegantalis</i>	Las larvas se introducen en el fruto, formando galerías,	Dentro de las galerías dan lugar a pudriciones secundarias causadas por patógenos, produciéndose posteriormente la caída de frutos.
Insectos chupadores			
Larvas trozadoras	<i>Agrotis sp</i> <i>Sidemia sp</i> <i>Heliotis sp</i> <i>Lafigma</i>	Larvas trozadoras del tallo, que atacan a las plantas.	Se presenta cuando las plantas están recién transplantadas, los insectos comienzan a alimentarse de la parte inferior del tallo a nivel del suelo.

Nota: tomado de (Corpoica , 2002)

## 2.2.5 Reguladores de crecimiento

Según Weaver citado en (León & Navarrete, 2014) Los reguladores de crecimiento de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Las hormonas de las plantas (fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción.

**Tabla 4.** Productos a base de auxinas, giberelinas y citocinina que se comercializan en Ecuador

Nombre Comercial	Ingrediente activo
NEWGIBB 90 % PS; AGROGIBB 90 %	GIBBERELIC ACID 900 G/L
RYZUP 40	GIBBERELIC ACID 400 G/KG
GIBREL	GIBBERELIN 5 G/L
BIOZYME TF	AUXINA 1,86 % + CITOCININA 19.27 % + GIBBERELINA 78.87 %
BIOZIME	GIBBERELIN 5 %
PRO-GIBB PLUS 10 PS ; BERELEX	GIBBERELIC ACID 100 G/KG
ACIGIB 12,5	GIBBERELIC ACID 12.5 G/KG
ACIGIB 10 PS	GIBBERELIC ACID 10 G/KG
RYZUP 40	GIBBERELIC ACID 400 G/KG
BIOGIB	GIBBERELIC ACID 10 %
PRO-GIBB PLUS 10 PS ; BERELEX	GIBBERELIC ACID 138 KG
NEWGIBB 10 % ; AGROGIBB 10 %	GIBBERELIC ACID 100 G/L
CEKUGIB 9% T.S.	GIBBERELIC ACID 9 %
BERELEX 40	GIBBERELIC ACID 400 G/KG
ACIDO GIBBERELICO GA3	GIBBERELIC ACID 900 G/KG

Nota: Recuperado el 25/03/2018 de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/plaguicidas-registrados-19-05-2017.pdf>

## **2.2.6 Los reguladores de crecimiento para la agricultura**

Según Díaz Montenegro (2014), los reguladores de crecimiento, regulan procesos biológicos de crecimiento y diferenciación. todos son consistentes en su efectividad, si son bien utilizados. Estos están bajo regulaciones oficiales para registro y comercialización, por lo que no tienen riesgos toxicológicos y su uso cabe bien dentro del tema de inocuidad. La mayoría de los reguladores de crecimiento son sintéticos, aunque algunos se derivan de procesos biotecnológicos.

## **2.2.7 Aspectos a considerar en la aplicación de reguladores de crecimiento**

Así como en las fitohormonas, el grado de bioactividad es un tema muy importante para los reguladores de crecimiento y su uso. En este caso la bioactividad está relacionada con un mejor enlace del ingrediente al sitio de recepción en la célula, y una mayor capacidad reactiva en el punto de inducción de estimular o inhibir un proceso fisiológico.

Algunos eventos (enraizar, dividir célula, madurar, etc.) tienen una hormona protagonista que los regula más eficientemente, pero en algunos casos la regulación se mejora si existe la hormona protagonista, más otra que sea importante para el evento, es decir que haya sinergismo. En todo esto entonces no se debe perder de vista el balance hormonal, pero sin descuidar el factor protagonista de cada ingrediente.

Es importante también reconocer que los tejidos tienen diferente sensibilidad a las hormonas, así por ejemplo una dosis baja de auxina puede ser activa en raíz, pero no en tallo y caso contrario, una dosis alta de auxina es activa en tallo y puede ser perjudicial en las raíces.

Otro factor es el evento fisiológico a modificar (estimular o inhibir) y la etapa(s) en la que ocurren en el cultivo, a fin de realizar aplicaciones oportunas que sean eficientes en el objetivo buscado. Para la aplicación de reguladores de crecimiento es importante definir los objetivos específicos de lo que se quiere regular, porque de eso depende el compuesto-producto a usar, la concentración o dosis, y el tiempo en el que debe aplicarse. En general, compuestos de alta bioactividad regulan eventos a concentraciones más bajas que los de baja bioactividad.

Es muy común que, en el mercado, los reguladores de crecimiento se encuentren como formulaciones de solo 1-2 hormonas o ingredientes para mantener el objetivo del efecto, y en muchos casos la recomendación es la de utilizarlas en base a concentración (ml/L, o g/L).

### **2.2.8 Usos prácticos de los reguladores de crecimiento en la agricultura**

Quizá el factor más importante que justifica el uso de los reguladores de crecimiento en los cultivos es el de una necesidad comercial, ya que su uso permite desde programar cosechas, mejorar significativamente la calidad de las cosechas (ej. frutos, plantas de ornato) y aumentar rendimientos, y con ellos ser más competitivo en los mercados de interés. Así, por ejemplo, en vid para mesa se usan para adelantar y uniformizar brotación, promover crecimiento vegetativo, vigorizar estructura en la inflorescencia, estimular crecimiento de fruto, acelerar maduración, mejorar color, etc.; en el caso de las hortalizas se utilizan para promover crecimiento y vigor vegetativo, vigorizar estructuras florales, estimular amarre y crecimiento de frutos, etc. El uso de los reguladores de crecimiento está fuertemente ligado por la especie y/o variedad y de esto dependerán las dosis y modos de empleo.

#### **2.2.8.1 Estimulación del crecimiento vegetativo**

La mejor recomendación es una combinación de ácido giberélico mas una citocinina para lograr un crecimiento armónico y vigor en los cultivos. Con esta mezcla, la dosis convencional de ácido giberélico para estimular crecimiento se puede reducir en un 20 %.

En hortalizas, el ácido giberélico se utiliza a dosis de 5–20 ppm. En cualquier caso, para recuperar el crecimiento de plantas con la aplicación de ácido giberélico se debe evitar su uso en exceso para no provocar la aparición de brotes largos y delgados, reducir número y calidad de flores y una clorosis en el follaje. Siempre se debe verificar cuanta reacción se presenta con un primer tratamiento y con ello definir que puede seguir.

#### **2.2.8.2 Inhibición del crecimiento**

Se sugiere manejar más frecuentemente aquellas de baja bioactividad para no exceder de la dosis, sobre todo si se pretende reducir temporalmente el crecimiento. En ornamentales es más común el uso de los productos de mayor bioactividad.

### **2.2.8.3 Brotación lateral de yemas**

En cultivos como melón y sandía se busca el rebrote de yemas para generar laterales. Una mezcla de ácido giberélico con citocininas es una mezcla adecuada para este objetivo, donde las citocininas realizan la apertura de las yemas, mientras que las giberelinas continúan el proceso de crecimiento; esto es muy común en plantaciones nuevas de manzano o en vivero.

En gramíneas también se puede manipular la brotación lateral para tener una mejor arquitectura de las plantas (amacollamiento), donde las formulaciones a base de citocininas de alta bioactividad son efectivas.

### **2.2.8.4 Regulación de la fructibilidad y apertura floral**

La calidad de la flor que se forme es fundamental y en términos prácticos el tamaño de éstas es un factor importante y manejable para regular y evaluar; tratamientos de biorreguladores con citocininas de alta bioactividad durante la formación de la flor inciden en este proceso.

Por otra parte, se puede regular la época de la formación de la flor (o inflorescencia) anticipándola como en el mango, mediante el uso de nitrato de potasio (provoca síntesis etileno), o inhibiéndola como en piña con el uso de antietilenos tipo AVG o MCP-1, o auxinas muy bioactivas como el 3-CPA. En otros casos se puede regular la época de la apertura floral, como en cítricos que se utiliza ácido giberélico para adelantar o en aguacate para uniformizar floración.

### **2.2.8.5 Amarre de fruto**

Este evento depende de la calidad de la flor, condición de la planta y el clima. Regular este proceso es difícil, y comercialmente solo la aplicación de auxinas de alta bioactividad (2,4-D, BNOA, 4-CPA) o de citocinina CPPU ha dado resultados. El ejemplo más práctico es en tomate bajo condiciones de altas temperaturas en sus floraciones con tratamiento de las auxinas referidas dirigido a los racimos florales evitando lo más posible los tallos para no generar desbalances. En sandía la aplicación de CPPU es otro ejemplo.

### **2.2.8.6 Tamaño de fruto**

En una etapa inicial se puede inducir un aumento en el tamaño de la flor con aplicaciones preflorales de citocininas de alta bioactividad (CCPU), y posteriormente en postfloración con tratamientos de citocininas alta bioactividad y en algunos casos con ácido giberélico. La función de las citocininas está dirigida a formar más células, ya que a mayor división celular mayor potencial para el tamaño final del fruto. Es importante moderar la cantidad y el uso del ácido giberélico para este objetivo, y con ello evitar el efecto de menor número o baja en calidad de las flores que se forman después de su aplicación.

### **2.2.9 Auxinas**

Según Weaver (como se cita León & Navarrete, 2014) “Las auxinas es un término que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente”.

“Las auxinas fueron las primeras hormonas descubiertas en plantas y forman parte de una extensa lista de agentes señalizadores químicos que regulan el desarrollo vegetal. La forma más común de auxina natural es el ácido indol-3-acético –AIA–“. (Taiz & Zeiger, 2006).

#### **2.2.9.1 Generalidades**

Las auxinas se producen principalmente en los tejidos meristemáticos, tanto en el ápice de los tallos, como en el meristema subapical de la raíz, aunque de preferencia son producidas en las partes epigeas de las plantas y transportadas a las raíces. (Latorre, 1992).

Las Auxinas son las fitohormonas responsables de las nastias y tropismos. Además, participan en una gran variedad de fenómenos dentro de la planta. Así en el desarrollo del fruto es consecuencia de la liberación de auxinas por la semilla. De hecho, muchos cultivadores inducen el desarrollo del fruto en flores no polinizadas (frutos partenocárpicos) mediante la aplicación de auxinas a las flores. (Carrillo, 2002).

### **2.2.9.2 Biosíntesis**

Según Perez (2017), “Aunque las auxinas se encuentran en todos los tejidos de la planta, una mayor concentración ocurre en las regiones que están en crecimiento activo. La síntesis de IAA ocurre principalmente en meristemos apicales, hojas jóvenes y frutos en desarrollo”. La aplicación de auxinas a una planta, induce a que se sinteticen auxinas naturales en el tejido aplicado, aun cuando también puede inducir la síntesis de otras hormonas. Una aplicación de auxina a alta dosis puede estimular la síntesis de etileno y causar efectos negativos de crecimiento hasta la muerte de tejido. (Jordán & Casaretto, 2006).

### **2.2.9.3 Las auxinas regulan el desarrollo del fruto**

Existen numerosas evidencias que sugieren que las auxinas están implicadas en la regulación del fruto. Las auxinas se producen en el polen y en el endospermo y el embrión de semillas en desarrollo y es posible que el estímulo necesario para el crecimiento del fruto sea consecuencia de la polinización. Una polinización satisfactoria inicia el crecimiento del ovulo, es lo que se conoce como cuajado del fruto. Tras la fertilización, el desarrollo del fruto puede depender de las auxinas producidas en las semillas de desarrollo. El endospermo puede aportar las auxinas durante la primera etapa de desarrollo del fruto y el embrión en desarrollo puede sustituirlo como fuente principal de auxinas durante etapas posteriores. (Taiz & Zeiger, 2006).

### **2.2.10 Citocininas**

El descubrimiento de la auxina estimuló a muchos investigadores a buscar otros tipos de compuestos químicos que regulasen el crecimiento debido a que, al igual que ocurre en los animales, parecía improbable que el crecimiento y desarrollo de las plantas estuviese regulado sólo por una hormona. La búsqueda se concentró, especialmente, en hormonas que regulasen la división celular. (Varios, 2003).

“Estos compuestos se han encontrado en todas las plantas, particularmente en los tejidos que se dividen de forma activa como meristemas, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo”. (Varios, 2003).

“Los estudios sobre la acción de las citocininas en la división celular han demostrado que son necesarias en algunos procesos posteriores a la replicación del ADN, pero anteriores a la mitosis”. (Varios, 2003).

### **2.2.10.1 Amarre y crecimiento del fruto**

Se sabe que las citoquininas incrementan el DNA, el RNA y la síntesis de proteínas y que pueden movilizar metabolitos hacia la zona de aplicación de un compuesto. Se ha demostrado que las citoquininas son también efectivas para amarrar frutos en las flores emasculadas de ciertas variedades de manzano. Con respecto al crecimiento de los frutos se manifiesta que los frutos en desarrollo son ricas fuentes de citoquinina que se encuentran en los tejidos donde se producen divisiones celulares rápidas. (Weaver , 1996).

### **2.2.10.2 Funciones de las citocininas**

Según Varios, Beaulieu y Weaver citado por (León & Navarrete, 2014).

- Estimulan la división celular y el crecimiento
- Inhiben el desarrollo de raíces laterales
- Rompen la latencia de las yemas axilares
- Promueven la organogénesis en los callos celulares
- Retrasan la senescencia ó envejecimiento de los órganos vegetales
- Promueven la expansión celular en cotiledones y hojas
- Promueven el desarrollo de los cloroplastos.

Según Pérez Martínez (sf), otros efectos generales de las citocininas en plantas incluyen:

- Estimulación de la germinación de semillas
- Estimulación de la formación de frutas sin semillas
- Ruptura del letargo de semillas
- Inducción de la formación de brotes
- Mejora de la floración
- Alteración en el crecimiento de frutos
- Ruptura de la dominancia apical.

Existe una relación entre las auxinas y las citoquininas, de modo que la acción de una es contrarrestada por la otra.

### **2.2.11 Giberelinas**

El Ácido giberélico GA3 fue descubierto en Japón como derivada de extracto del hongo *Giberella fujikuroi* que producía en crecimiento inusual de las plantas de arroz derivando de allí su nombre. Su designación es AG seguida de un número y al momento hay más de 150 formas conocidas de esta hormona. (Varios, 2003).

#### **2.2.11.1 Las giberelinas influyen en el inicio de la floración y en la determinación del sexo**

Las giberelinas pueden sustituir los requerimientos de días fríos o días largos para que se produzca la floración en muchas plantas, especialmente las especies que crecen en roseta. Las giberelinas son, por tanto, un componente del estímulo de floración en algunas plantas, pero aparentemente no en otras.

En plantas que tienen flores unisexuales en lugar de hermafroditas, la determinación del sexo de las flores está regulada genéticamente. No obstante, también se ve influida por factores ambientales como el fotoperiodo y el estado nutricional y estos factores ambientales pueden estar mediados por las giberelinas. En maíz, por ejemplo, las flores estaminadas (masculinas) están restringidas a las borlas, mientras que las flores del pistilo (femeninas) se encuentran en la espiga. Al exponerla a días cortos y noches frías aumenta los niveles endógenos de giberelinas en las borlas unas cien veces y, simultáneamente, provoca la feminización de las flores de la borla. La aplicación de ácido giberélico exógeno a las borlas puede también inducir la producción de flores pistiladas. (Taiz & Zeiger, 2006).

#### **2.2.11.2 Las giberelinas promueven el cuajado del fruto**

Las aplicaciones de giberelinas pueden inducir el cuajado del fruto (inicio del crecimiento del fruto tras la polinización) y su crecimiento en especies donde las auxinas parecen no tener efecto. Por ejemplo, se ha observado la estimulación del cuajado del fruto con giberelinas en manzana (*Malus sylvestris*). (Taiz & Zeiger, 2006).

### **2.2.12 2,4-D Éster butílico**

El 2,4-D pertenece al grupo de los herbicidas orgánicos sintéticos llamados clorofenólicos o fenoxi y fue el primer herbicida selectivo producido en forma exitosa. El 2,4-D fue desarrollado originalmente en 1941 para aumentar el crecimiento de las plantas. Pronto se descubrió que tenía un rol aún más útil en la agricultura, ya que era capaz de controlar el crecimiento de las malezas, y rápidamente se transformó en el herbicida más usado del mundo.

Después de 50 años de uso, el 2,4-D continúa siendo uno de los herbicidas más utilizados en Estados Unidos y Canadá, y uno de los de mayor uso en el mundo. Más de 1.500 productos plaguicidas contienen 2,4-D como ingrediente activo. Más del 50% de su uso en Estados Unidos está vinculado exclusivamente al cultivo del trigo y el maíz. En América Latina junto con el paraquat y el glifosato, el 2,4-D es uno de los herbicidas más usados en la región.

La estructura química del 2,4-D se asemeja al ácido-3-indol acético (AIA), una hormona producida en forma natural por las plantas para regular su propio crecimiento. Esta semejanza permite que el 2,4-D regule artificialmente el crecimiento de las plantas y por lo tanto se usa ampliamente como un regulador del crecimiento de las plantas. Como regulador del crecimiento puede utilizarse en tasas de aplicación muy bajas, mediante fumigaciones foliares acuosas a fin de reducir la caída de la fruta antes de la cosecha, o para aumentar el período de almacenamiento de la fruta, etc. Una vez absorbido, el 2,4-D es translocado dentro de la planta y se acumula en los puntos de crecimiento de las raíces y tallos, en donde inhibe el crecimiento. Se cree que acidifica las paredes de las células lo que hace posible que las células se alarguen en forma descontrolada. Concentraciones bajas de 2,4-D pueden estimular también el ARN, el ADN y la síntesis de las proteínas, lo que causa división y crecimiento celular descontrolados y, finalmente, destrucción del tejido vascular. Por otro lado, las concentraciones elevadas de 2,4-D pueden inhibir la división y el crecimiento celular. (Harikrishan & Usha, 2007).

### **2.2.13 Phyto-Hormonal Plus**

Es un fitorregulador complejo con alto contenido de citoquininas de aplicación foliar, el cual al ser aplicado incrementa el tamaño y uniformidad de frutos, mejora los procesos

metabólicos y fisiológicos de las plantas, estimula la división celular y el crecimiento, promueve la expansión celular en cotiledones, hojas y el desarrollo de los cloroplastos.

Además de su componente principal citoquininas esta enriquecido con Gibberalinas, Auxinas, Aminoácidos, Ac, Carboxílicos y Cianocobalamina, las cuales actúan sinérgicamente para equilibrar armónicamente los efectos deseados en los cultivos aplicados. (Phyto Nutrimientos).

#### **2.2.13.1 Análisis garantizado**

Citoquininas.....	3000 ppm
Gibberalinas.....	35 ppm
Auxinas.....	35 ppm
Cianocobalamina.....	0.01 ppm
Nitrógeno Ureico.....	7.51%
Ac. Carboxílicos.....	0.30%

#### **2.2.13.2 Efectos generados**

- Aumenta el tamaño y uniformidad de frutos
- Estimula la brotación de yemas laterales en cultivos como chile, tomate y tomatillo son indispensables.
- Mejora los procesos fisiológicos y metabólicos de las plantas.
- Intensifica la actividad de diferenciación y crecimiento celular
- Retrasa la senescencia o envejecimiento prematuro del cultivo

#### **2.2.13.3 Como actúa**

Intensifica la actividad de diferenciación y crecimiento celular con lo que se logra eficientar los procesos fisiológicos y metabólicos que se requieren en esos momentos para obtener frutos más grandes y de mejor calidad. (Phyto Nutrimientos).

#### **2.2.14 Flower tie**

Es un producto innovador diseñado exclusivamente para evitar la caída de flores, al ser aplicado al cultivo en la etapa de floración incrementa el amarre de flores y posteriormente de frutos, esto hace a su vez que se incrementa la producción en hortalizas y frutales. (Phyto Nutrimientos).

##### **2.2.14.1 Análisis garantizado**

Ortofosfatos.....	3,00%
Auxinas.....	2.300 ppm

##### **2.2.14.2 Efectos generados**

- Aumenta la polinización, evitando aborto de flores y posteriormente de frutos
- Cuando la temperatura ambiente aumenta o disminuye la fecundación se inhibe y por lo tanto hay aborto de flores y en estos casos la aplicación de Flower tie promueve una fecundación partenocarpia con excelentes resultados.
- Al incrementar el amarre de flores, aumenta por consecuencia la producción y calidad de frutos

##### **2.2.14.3 Eficacia**

Es un producto diseñado para actuar en forma inmediata al entrar en contacto con las flores. Por su exclusiva formulación, aumenta el amarre y por lo tanto disminuirá en forma significativa la caída de flores y posteriormente de frutos. (Phyto Nutrimientos).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1 Enfoque

La presente investigación es de carácter cualitativo, mejorar la calidad del fruto y cuantitativo donde se evaluarán las siguientes variables: diámetro ecuatorial fruto (cm), peso del fruto (g), porcentaje de fruto cuajado (amarre) (%) y determinar la producción en peso de frutos listos para cosecha (g/planta). Con la finalidad de evaluar el efecto de los reguladores de crecimiento en la calidad del fruto de naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*).

##### 3.1.2 Tipo de Investigación

La presente investigación es de campo y experimental debido a la obtención de resultados que se presente con las diferentes dosis a aplicar, obteniendo datos que puedan llevar a una respuesta de la investigación, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial de  $A \times B \times C + 1$ , y prueba de Tuckey al 5% para diferenciar tratamientos. La parte experimental se llevó acabo en la Comunidad Puerramal, perteneciente a la parroquia El Chical, en el noroccidente de la provincia del Carchi.

#### 3.2 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

**Ha:** Los reguladores de crecimiento mejoran la calidad del fruto de naranjilla

**H0:** Los reguladores de crecimiento no mejoran la calidad del fruto de naranjilla.

### 3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 5.** Definición y operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Es posible mejorar la calidad del fruto con reguladores de crecimiento	VD. Calidad del Fruto de naranjilla.	Características morfológicas del fruto para su comercialización .	Parámetros morfológicos cuali-cuantitativos del fruto.	<b>Porcentaje de fruto cuajado (%)</b> A los 60 días de haber aplicado los productos, se tomaron cuatro inflorescencias al azar de las plantas en cada tratamiento para el cálculo de un promedio, este fue expresada en porcentaje (%) de acuerdo a la siguiente fórmula. $Pff \frac{Nfc}{Nft} x 100$	Observación. Toma de datos	Registro
				<b>Peso fruto (g)</b> En la cosecha, se seleccionaron 5 frutos por tratamiento para el cálculo de un promedio, se pesó cada fruto y su promedio se expresó en g	Medición. Observación. Toma de datos	Pie de rey Registro
				<b>Diámetro ecuatorial fruto (cm)</b> En la cosecha, se seleccionaron 5 frutos por tratamiento para el cálculo de un promedio, se midió cada fruto y su promedio se expresó en centímetros.	Medición. Observación. Toma de datos	Pie de rey Registro
				<b>Diámetro polar del fruto (cm)</b> En la cosecha, se seleccionaron 5 frutos por tratamiento para el cálculo de un promedio, se midió cada fruto y su promedio se expresó en centímetros.	Medición. Observación. Toma de datos	Pie de rey Registro

				<b>Producción(gPN<sup>-1</sup>)</b> En la cosecha, se pesaron los frutos por planta y sacar un total por parcela neta, este total se expresó en g	Observación. Toma de datos	Balanza gramera
<b>VI.</b> Reguladores de crecimiento.	Moléculas de fabricación artificial (mayor persistencia) utilizadas para el crecimiento de las plantas	Auxinas	Con un atomizador de ½ litro dirigido a la flor abierta se aplicará una dosis de 0,3; 0,7; 1,4 cc L <sup>-1</sup> de agua, cinco aplicaciones con un intervalo de 8 días de cada aplicación y al fruto cuajado ≤ 3 cm de diámetro.	Observación. Aplicación dirigida a flor abierta y fruto cuajado	Atomizador de ½ litro. Equipo de aplicación, Recipiente para mezclar	
		Complejo hormonal (auxinas, giberelinas, citocininas)	Con un atomizador de ½ litro dirigido a la flor abierta se aplicará una dosis de 0,1; 0,3; 0,6 cc L <sup>-1</sup> de agua, cinco aplicaciones con un intervalo de 8 días de cada aplicación y al fruto cuajado ≤ 3 cm de diámetro.	Observación. Aplicación dirigida a flor abierta y fruto cuajado	Atomizador de ½ litro. Equipo de aplicación, Recipiente para mezclar	
		2-4D Éster Butílico	Con un atomizador de ½ litro dirigido a la flor abierta se aplicará 0,05 cc L <sup>-1</sup> agua, cinco aplicaciones con un intervalo de 8 días de cada aplicación solo en flor abierta.	Observación. Aplicación dirigida a flor abierta y fruto cuajado	Atomizador de ½ litro. Equipo de aplicación, Recipiente para mezclar	

### 3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

Se realizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo factorial (AxBxC+1), conformado por 33 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 99 unidades experimentales, cada unidad experimental consta por 3 plantas con una densidad de siembra de 2.5 m entre planta y 3 m entre surco.

**Tabla 6.** Características del ensayo se muestra en la siguiente tabla

Numero de tratamientos	Treinta y tres (33)
Numero de repeticiones	Tres (3)
Número de unidades experimentales	Noventa y nueve (99)
Área total del ensayo	2227,5 m <sup>2</sup>
Área de la parcela	7,5 m <sup>2</sup>

- **Diagnóstico de la localidad**

Se realizó un análisis visual de la topografía, tipo de suelo, adaptabilidad de la variedad en el lugar, las condiciones físicas y fisiológicas de las unidades experimentales (plantas), las cuales se encontraba establecidas en el campo aproximadamente 4 meses.

- **Selección de las unidades experimentales (plantas)**

Primero se hizo una selección visual de las plantas que mostraban vigor, potencial de floración, mayor producción de inflorescencias y fructificación. Luego de haber hecho la selección se conformó las unidades las experimentales de 3 plantas por tratamiento. Posteriormente se estableció los bloques respectivos (repeticiones).

- **Selección de Inflorescencias**

Para la selección de las inflorescencias se tomó en cuenta los siguientes aspectos: número de flores presentes por inflorescencias y el estado fenológico (flor abierta y flor cerrada).

En base a estos aspectos se seleccionaron 4 inflorescencias por unidad experimental (plantas), con un total de 12 inflorescencias, ya que cada tratamiento se conformó por tres plantas.

- **Registro de número de flores por inflorescencia**

Se levantó un registro de todas las flores presentes en las inflorescencias seleccionadas de cada tratamiento antes de la aplicación de los reguladores de crecimiento.

- **Aplicación de los reguladores de crecimiento**

Se realizaron cinco aplicaciones consecutivas de los reguladores de crecimiento con sus respectivas dosis de forma localizada a las inflorescencias con un intervalo de 8 días entre cada aplicación utilizando un atomizador de ½ litro. La primera aplicación localizada a flor abierta. La segunda aplicación de los reguladores de crecimiento en flor abierta y frutos cuajados  $\leq$  a 3 cm de diámetro.

- **Registro al final de la aplicación de reguladores de crecimiento**

Luego de no observar flores abiertas en las inflorescencias seleccionadas se hizo el registro del número de frutos cuajados por planta, por inflorescencia y por tratamiento. El cual los datos obtenidos me permitirán realizar los respectivos cálculos para la determinación del porcentaje (%) de frutos cuajados y una proyección del rendimiento en este cultivo.

### **Variables en estudio:**

- 1. Diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm)**

Se seleccionaron 5 frutos por tratamiento para el cálculo de un promedio, la medición se la realizó con un calibrador pie de rey y su promedio se expresó en centímetros.

- 2. Peso fruto (g)**

De los mismos frutos seleccionadas para el diámetro ecuatorial y polar se realizó un pesaje de cada fruto, con ayuda de una balanza gramera y su promedio se expresó en gramos

### 3. Porcentaje de fruto cuajado (amarre) (%)

Se determinó el número promedio de frutos fecundados en cuatro inflorescencias tomadas al azar de las plantas de cada tratamiento. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de frutos cuajados de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Pff \frac{Nfc}{Nft} \times 100$$

Donde:

Pff = Porcentaje de frutos fecundados

Nft = Número de frutos cuajados

Nft = Número de flores totales

### 4. Determinar la producción (g/PN)

En la cosecha, se pesaron los frutos por planta y sacar un total por parcela neta, este total se expresó en g.

## 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Tipo de diseño:** Diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial A x B x C +1.

**Factores en estudio:**

- **Factor 1:** Auxinas (A) (Auxinas 300 ppm + Ortofosfato 3 %)
- **Factor 2:** Complejo Hormonal (C) (Citocinas 3000 ppm + Giberelinas 35 ppm + Auxinas 35 ppm + Cianocobalamina 0,01 ppm + Nitrógeno ureico 7,51 % + Ácidos Carboxílicos 0,3 %)
- **Factor 3:** Etapas de aplicación (E)
- **Testigo químico:** 2, 4 D – Éster Butílico (Tt)

**Niveles:** 1: cuatro niveles, 2: cuatro niveles, 3: dos niveles, Tt: Testigo químico.

**Tabla 7.** Dosis de los reguladores de crecimiento utilizados en el cultivo de naranjilla híbrida (*Solanum quitoence*).

<b>Auxinas</b>	
A1 (0)ccL <sup>-1</sup>	Testigo absoluto
A2 (0,35)ccL <sup>-1</sup>	50 % menos de la dosis recomendada
A3 (0,70) ccL <sup>-1</sup>	Dosis recomendada
A4 (1,05) ccL <sup>-1</sup>	50 % más de la dosis recomendada
<b>Complejo Hormonal</b>	
C1 (0) ccL <sup>-1</sup>	Testigo absoluto
C2 (0,15) ccL <sup>-1</sup>	50 % menos de la dosis recomendada
C3 (0,30) ccL <sup>-1</sup>	Dosis recomendada
C4 (0,50) ccL <sup>-1</sup>	50 % más de la dosis recomendada
<b>2, 4 D – Éster Butílico (Testigo químico)</b>	
Tt 0,05 ccL <sup>-1</sup>	Dosis convencional de los agricultores

**Tabla 8.** Número de aplicaciones de los reguladores de crecimiento en naranjilla híbrida (*Solanum quitoence*)

N° de aplicaciones	Descripción
E1	Flor abierta
E2	Flor abierta y Fruto cuajado

**Tabla 9.** Contrastes de Hipótesis nula (H0) y alternativa (HA)

$H0_A \equiv \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$	$HA_A \equiv \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0$
$H0_C \equiv \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$	$HA_C \equiv \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$
$H0_E \equiv \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 0$	$HA_E \equiv \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \gamma_3 \neq \gamma_4 \neq 0$
$H0_{(AC)} \equiv (\alpha\beta)_{i,j} = 0, \forall i, j$	$HA_{(AC)} \equiv (\alpha\beta)_{i,j} \neq 0, \forall i, j$
$H0_{(AE)} \equiv (\alpha\gamma)_{i,k} = 0, \forall i, k$	$HA_{(AE)} \equiv (\alpha\gamma)_{i,k} \neq 0, \forall i, k$
$H0_{(CE)} \equiv (\beta\gamma)_{i,k} = 0, \forall i, k$	$HA_{(CE)} \equiv (\beta\gamma)_{i,k} \neq 0, \forall i, k$
$H0_{(ACE)} \equiv (\alpha\beta\gamma)_{i,k} = 0, \forall i, j, k$	$HA_{(ACE)} \equiv (\alpha\beta\gamma)_{i,k} \neq 0, \forall i, j, k$

**Tabla 10.** Diseño de tratamientos del proyecto de investigación, El Chical – Carchi.

Código	Descripción
T1	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T2	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T3	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T4	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T5	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T6	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T7	Auxinas (0 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T8	Auxinas (0ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T9	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T10	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T11	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T12	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T13	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T14	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T15	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T16	Auxinas (0,35 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T17	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T18	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T19	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T20	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T21	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T22	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T23	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)

T24	Auxinas (0,7 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T25	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T26	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T27	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T28	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,15 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T29	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T30	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,3 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T31	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta)
T32	Auxinas (1,05 ccL <sup>-1</sup> ) + Complejo hormonal (0,5 ccL <sup>-1</sup> ) + NA* (Flor abierta y Fruto cuajado)
T33	2, 4 D – Éster Butílico ((0,05 ccL <sup>-1</sup> ))

**A:** Auxina, **Ch:** Complejo Hormonal, **Fa:** Flor abierta, **FaFc:** Flor abierta y Fruto Cuajado, **\*\*:** Testigo químico, **NA:** Número de aplicaciones

**Tabla 11.** Esquema de ADEVA 4 x 4 x 2 +1

F de V	GL
Total (T)	[(A x C x E x R) + (Tt x 3)] -1 = <b>98</b>
Repeticiones (R)	R-1 = <b>2</b>
Tratamientos (Tr)	[(A x C x E) +1]-1 = <b>32</b>
Auxina (A)	A - 1 = <b>3</b>
Complejo Hormonal (C)	C -1 = <b>3</b>
Número de aplicaciones (E)	E -1 = <b>1</b>
A x C	(A - 1) x (C -1) = <b>9</b>
A x E	(A - 1) x (E -1) = <b>3</b>
C x E	(C - 1) x (E -1) = <b>3</b>
A x C x E	(A - 1) x (C -1) x (E - 1) = <b>9</b>
FA	(A x C x E) - 1 = <b>31</b>
Tt vs FA	G - 1 = <b>1</b>
Error (EE)	(Tt - 1) x (R - 1) = <b>64</b>

F de V: Fuente de variación, GL: Grados de libertad.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

Se realizó el procesamiento de los datos en las etapas fenológicas detalladas en la metodología de la investigación y se describen a continuación:

#### Variables en estudio

Las variables consideradas para el estudio del efecto de reguladores de crecimiento sobre la calidad del fruto de naranjilla híbrida Puyo (*Solanum quitoense*), fueron del tipo fenológicas, porcentaje de fruto cuajado (%), tipo fenométricas, diámetro ecuatorial del fruto (cm) y diámetro polar del fruto (cm). Para complementar este estudio se consideró dos variables del tipo productiva, peso de los frutos (g) y el rendimiento de parcela neta (g). Una vez analizado los datos se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 4.1.1 Fruto cuajado (%)

Con los datos registrados en campo, considerada como variable del tipo fenotípica en la investigación, se procedió al análisis o procesamiento de los mismos.

**Tabla 12.** ADEVA para porcentaje de fruto cuajado (%); en el cultivo naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*).

F de V	GL	SC	CM	F calc,	F tab,			
					0,05	0,01	p – Valor	
T	194	26727,91						
R	2	1302,44	651,22	7,06	* *	3,14	4,95	0,0017
Tr	32	19521,91	610,06	6,61	* *	1,62	1,98	0,0000
A	3	5111,66	1703,89	18,47	* *	2,75	4,10	0,0000
a1 vs a2, a3, a4	1	4852,36	4852,36	52,60	* *	3,99	7,05	0,0000
a2 vs a3, a4	1	245,78	245,78	2,66	NS	3,99	7,05	0,1075
a3 vs a4	1	13,52	13,52	0,15	NS	3,99	7,05	0,7031
C	3	4439,63	1479,88	16,04	* *	2,75	4,10	0,0000
Lineal	1	3393,39	3393,39	36,79	* *	3,99	7,05	0,0000
Cuadrático	1	989,92	989,92	10,73	* *	3,99	7,05	0,0017
Cúbico	1	56,32	56,32	0,61	NS	3,99	7,05	0,4375
E	1	10,02	10,02	0,11	NS	3,99	7,05	0,7428
A x C	9	7050,85	783,43	8,49	* *	2,03	2,70	0,0000
A x E	3	222,83	74,28	0,81	NS	2,75	4,10	0,4956
C x E	3	876,38	292,13	3,17	*	2,75	4,10	0,0303
A x C x E	9	468,01	52,00	0,56	NS	2,03	2,70	0,8216
FA	31	18179,38	586,43	6,36	* *	1,63	2,00	0,0000
Tt vs FA	1	1342,54	1342,54	14,55	* *	3,99	7,05	0,0003
EE	64	5903,56	92,24					

CV%: 18,87

**F de V:** Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **A:** Auxinas, **C:** Complejo hormonal, **E:** Etapas fenológicas (Flor abierta y flor abierta + fruto cuajado), **A x B x C:** Interacciones entre los factores, **FA:** Factorial, **Tt vs FA:** Testigo vs Factorial, **EE:** Error experimental, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

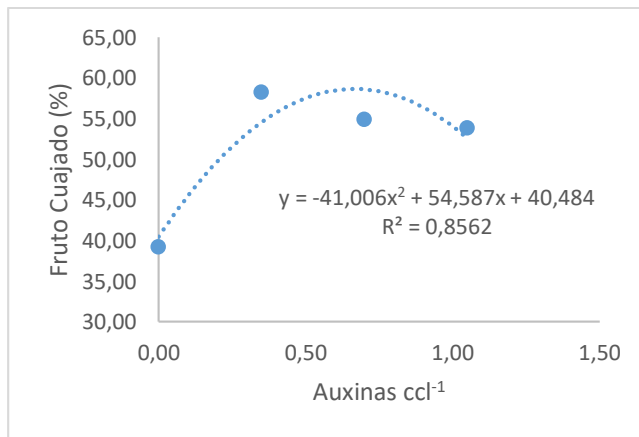
Para porcentaje de fruto cuajado se detecta, alta significancia estadística al 0.01 para repeticiones, Tratamientos, el Factor 1 (A), el Factor 2 (C), la interacción A x C, factorial, testigo vs factorial; la interacción C x E, resultó significativa al 0.05 de significancia, lo que quiere decir que existen diferencias estadísticas, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Ha). La media general fue de 50,91 (%) de fruto cuajado y el coeficiente de variación fue de 18.87 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

**Tabla 13.** Comparaciones ortogonales para la variable fruto cuajado (%) en el Factor 1 (A).

	A1	A2	A3	A4					
CO	941,93	1398,69	1317,36	1291,89	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$N$	$\sum c_i^2$	$SC = \frac{Q^2}{n \sum c_i^2}$
A1 vs A2, A3, A4	-3	1	1	1	1182,15	1397479,51	24	12	4852,36
A2 vs A3, A4	0	-2	1	1	-188,13	35393,03	24	6	245,78
A3 vs A4	0	0	-1	1	-25,47	648,90	24	2	13,52
									5111,66

CO: Comparación ortogonales, A1, A2, A3, A4: Niveles del factor, Q: Sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada comparación (ci) con la sumatoria de los datos (Yi) de cada nivel, n: Número de datos considerados, SC: Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó comparaciones ortogonales de los niveles del Factor (A), donde la comparación A1 vs A2, A3, A4 resultó altamente significativa al 0,01 de significancia estadística, lo que significa que existen diferencias marcadas en la variable fruto cuajado (%), entre la dosis 0 ccl<sup>-1</sup> del nivel A1 con respecto a las dosis de los otros niveles A2, A3, A4, por tanto, significa la importancia y la conveniencia que tiene el uso del bioregulador presente en el Factor 1 (A), para estimular a la producción de frutos y el cuajado en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*).



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = 41,006x^2 + 54,587x + 40,484$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(41,006)x + 54,587$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 82,012x + 54,587$$

$$82,012x + 54,587 = 0 \quad (1)$$

$$82,012x - 54,587 = 0$$

$$x = \frac{54,587}{82,012} = 0,665 \approx 0,67 \text{ ccl}^{-1}$$

**Figura 8.** Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable fruto cuajado (%).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de auxina y el porcentaje de fruto cuajado, donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un R<sup>2</sup> de 0,8562, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, esto implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 1 (A), para obtener el máximo de fruto cuajado (%) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 (A) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

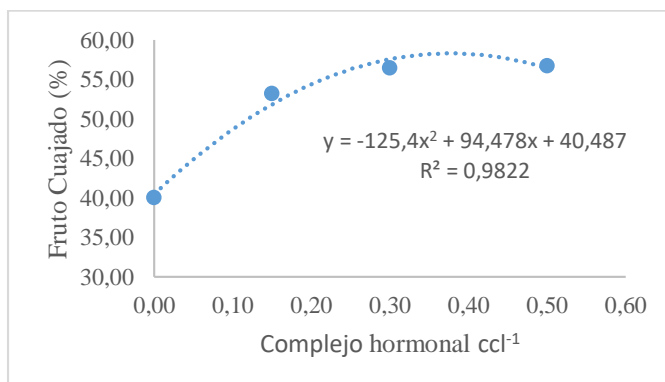
Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante, en donde se determinó que la dosis óptima es de  $0,67 \text{ ccl}^{-1}$ , es decir que el mayor porcentaje de fruto cuajado se obtendría al aplicar esta dosis del Factor 1 (A), por lo tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta de fruto cuajado comenzaría a declinar.

**Tabla 14.** Polinomios ortogonales para el fruto cuajado (%) en el Factor 2 (C).

	C1	C2	C3	C4					
<b>PO</b>	960,74	1275,38	1353,69	1360,06	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = \frac{Q^2}{n \sum c_i^2}$
<b>Lineal</b>	-3	-1	1	3	1276,25	1628826,27	24	20	3393,39
<b>Cuadrático</b>	1	-1	-1	1	-308,27	95032,15	24	4	989,92
<b>Cúbico</b>	-1	3	-3	1	164,42	27033,21	24	20	56,32
									4439,63

**PO:** Polinomios ortogonales, **C1, C2, C3, C4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada polinomio ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó polinomios ortogonales de los niveles del Factor 2 (C), para conocer la tendencia lineal de las respuestas o efectos generados por los tratamientos, donde, la tendencia lineal y cuadrática, resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística, por tanto, significa, que en la tendencia lineal se esperaría respuesta a mayores dosis del Factor 2 (C) en la variable fruto cuajado (%), pero también, la tendencia cuadrática fue altamente significativa, por tanto, anula el efecto de la tendencia lineal indefinida, centrándose en la determinación de una dosis óptima, para el cual se aplicó un análisis correlacional cuadrático para observar el efecto de los tratamientos, considerando los niveles del Factor 2 (C).



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = 125,40x^2 + 94,478x + 40,487$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(125,40)x + 94,478$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 250,80x + 94,478$$

$$250,80x + 94,478 = 0 \quad (1)$$

$$250,80x - 94,478 = 0$$

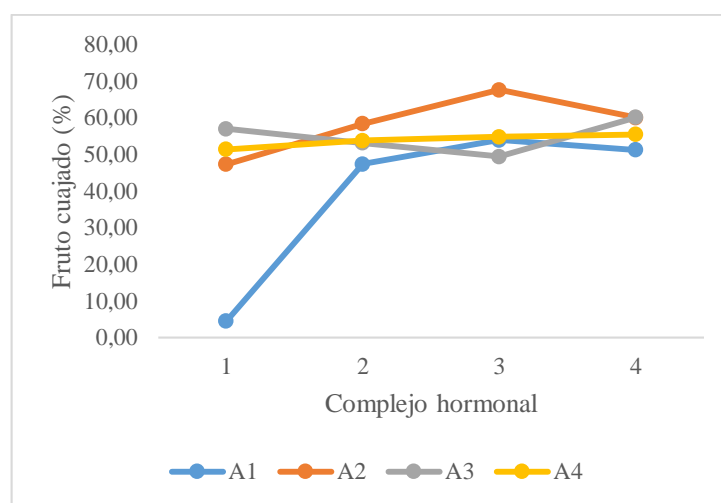
$$x = \frac{94,478}{250,80} = 0,376 \approx 0,38 \text{ ccl}^{-1}$$

**Figura 9.** Correlación entre las dosis del Factor 2 (C) con la variable fruto cuajado (%).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de complejo hormonal y fruto cuajado (%), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0.9822, lo

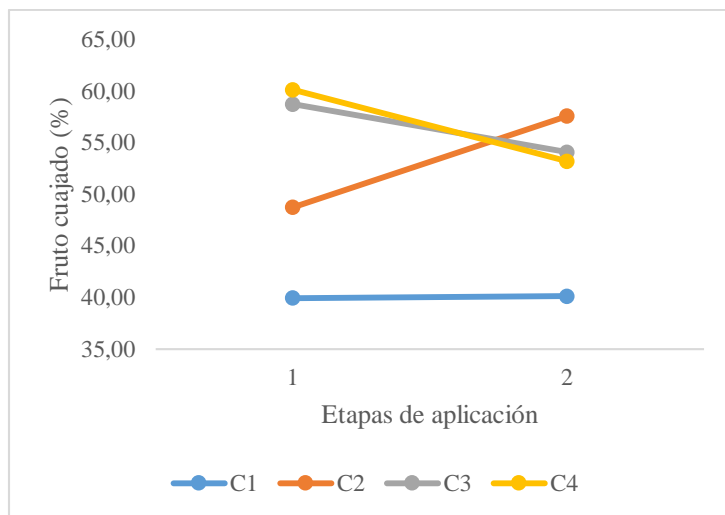
que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, esto implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 2 (C) para obtener el resultado máximo de fruto cuajado (%) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 2 (C) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante, donde se determinó que la dosis óptima es de  $0,38 \text{ ccl}^{-1}$ , es decir que el mayor porcentaje de fruto cuajado se obtendría al aplicar esta dosis del Factor 2 (C), si sobrepasa esta dosis la respuesta de fruto cuajado (%) comenzaría a declinar.



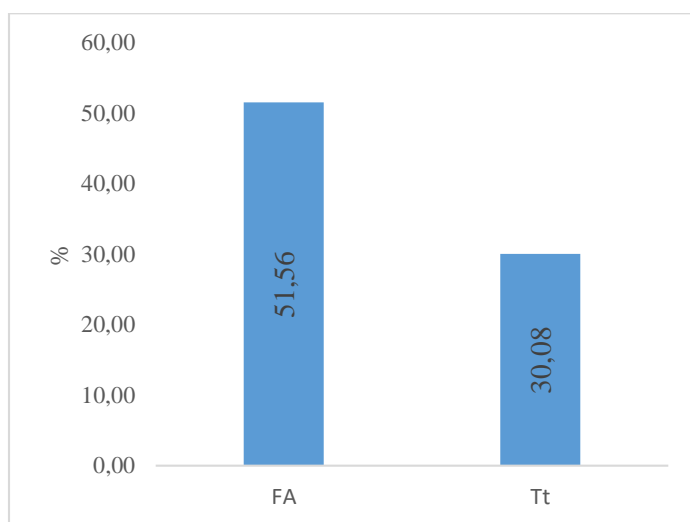
**Figura 10.** Gráfico de interacción, dosis de auxinas y complejo hormonal

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x C, donde se pudo observar, que la interacción  $A_1C_1$  obtuvo el menor porcentaje de fruto cuajado con 4,51 %, que tiene el menor rango de significación y que corresponde a la dosis  $0 \text{ ccl}^{-1}$  en los dos Factores A x C, en comparación con las otras interacciones que obtuvo entre 47,27 – 67,54 % de fruto cuajado, que comparten el rango mayor de significación.



**Figura 11.** Gráfico de interacción, dosis de complejo hormonal y etapas de aplicación

Se observa marcadas interacciones altamente significativas de las dosis por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción C x E, donde se pudo observar, que las interacciones C1E1 con 39,95 % y C1E2 con 40,11 % con el menor rango de significación obtuvieron el menor porcentaje de fruto cuajado, en comparación con las otras interacciones que obtuvieron entre 48,72 – 60,14 % de fruto cuajado, que comparten el rango mayor de significación.



**Figura 12.** Comparación de factoriales vs testigo

Se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística testigo (Tt) vs factorial (FA), donde el factorial correspondiente a los tratamientos (interacciones A x C x E), obtuvo el mayor porcentaje de frutos cuajados con 51,56 %; que tiene el mayor rango de significación

y el testigo convencional usado por el agricultor obtuvo el menor porcentaje de frutos cuajados con 30,08 %; que tiene el menor rango de significación.

Esto ratifica, la eficiencia de los bio reguladores presentes en los factores (A, C), las etapas de aplicación (E) y de la poca eficiencia de respuesta de la hormona sintética 2,4D Ester Butílico.

#### 4.1.2 Peso de fruto (g)

Con los datos registrados en campo para la variable peso de fruto (g), considerada como variable del tipo productiva en la investigación, se procedió al análisis o procesamiento de los mismos, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 15.** ADEVA para el peso del fruto (g); en el cultivo naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*).

F de V	GL	SC	CM	F calc,	F tab,			
					0,05	0,01	p – Valor	
<b>T</b>	194	39938,52						
<b>R</b>	2	674,01	337,00	3,78	*	3,14	4,95	0,0281
<b>Tr</b>	32	33557,90	1048,68	11,76	* *	1,62	1,98	0,0000
<b>A</b>	3	2964,69	988,23	11,08	* *	2,75	4,10	0,0000
<b>a1 vs a2, a3, a4</b>	1	2815,00	2815,00	31,57	* *	3,99	7,05	0,0000
<b>a2 vs a3, a4</b>	1	44,67	44,67	0,50	NS	3,99	7,05	0,4817
<b>a3 vs a4</b>	1	105,02	105,02	1,18	NS	3,99	7,05	0,2819
<b>C</b>	3	3613,56	1204,52	13,51	* *	2,75	4,10	0,0000
<b>Lineal</b>	1	2513,51	2513,51	28,19	* *	3,99	7,05	0,0000
<b>Cuadrático</b>	1	945,02	945,02	10,60	* *	3,99	7,05	0,0018
<b>Cúbico</b>	1	155,04	155,04	1,74	NS	3,99	7,05	0,1920
<b>E</b>	1	7,48	7,48	0,08	NS	3,99	7,05	0,7730
<b>A x C</b>	9	20497,52	2277,50	25,54	* *	2,03	2,70	0,0000
<b>A x E</b>	3	781,41	260,47	2,92	*	2,75	4,10	0,0406
<b>C x E</b>	3	363,25	121,08	1,36	NS	2,75	4,10	0,2636
<b>A x C x E</b>	9	1093,26	121,47	1,36	NS	2,03	2,70	0,2240
<b>FA</b>	31	29321,17	945,84	10,61	* *	1,63	2,00	0,0000
<b>Tt vs FA</b>	1	4236,73	4236,73	47,52	* *	3,99	7,05	0,0000
<b>EE</b>	64	5706,61	89,17					

CV%: 14,86

**F de V:** Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **A:** Factor 1 – Auxinas, **C:** Factor 2 – Complejo hormonal, **E:** Factor C – Etapas fenológicas de la flor (abierta y flor abierta + fruto cuajado.), **A x B x C:** Interacciones entre los factores, **FA:** Factorial, **Tt vs FA:** Testigo vs Factorial, **EE:** Error experimental, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

Para la variable peso de fruto (g), se puede observar que las repeticiones (R) resultó significativa al 0,05 de significancia estadística, los Tratamientos (Tt), el Factor 1 (A), el Factor 2 (C), la interacción A x C, el factorial (FA), el testigo vs el factorial (Tt vs FA) resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística y la interacción A x E,

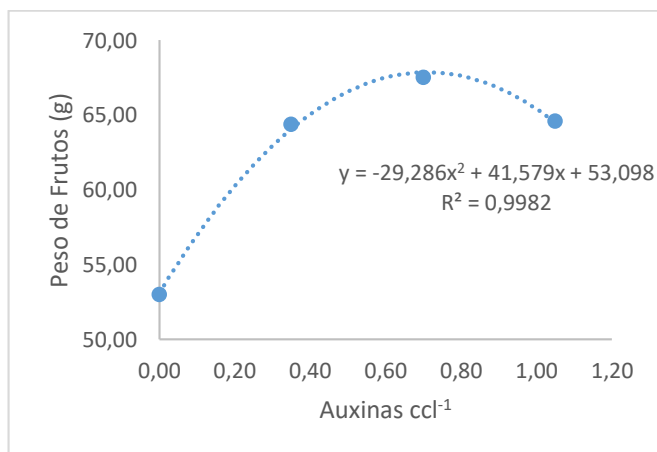
resultó significativa al 0,05 de significancia estadística, lo que quiere decir que existen diferencias entre las medias, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Ha) de medias diferentes. La media general fue de 63,53 g de peso de fruto y el coeficiente de variación fue de 14,86 %; que es muy aceptable para este tipo de investigación.

**Tabla 16 .** Comparaciones ortogonales para peso de frutos (g) en el Factor 1(A).

	A1	A2	A3	A4					
<b>CO</b>	1271,80	1545,20	1620,80	1549,80	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
<b>A1 vs A2, A3, A4</b>	-3	1	1	1	900,40	810720,16	24	12	2815,00
<b>A2 vs A3, A4</b>	0	-2	1	1	80,20	6432,04	24	6	44,67
<b>A3 vs A4</b>	0	0	-1	1	-71,00	5041,00	24	2	105,02
									2964,69

**CO:** Comparación ortogonales, **A1, A2, A3, A4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada comparación ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba comparaciones ortogonales de los niveles del Factor 1 (A), donde la comparación A1 vs A2, A3, A4 resultó altamente significativa al 0,01 de significancia estadística, lo que significa que existen diferencias marcadas en la variable peso de fruto (g), entre la dosis 0  $ccl^{-1}$  del nivel A1 con respecto a los otros niveles A2, A3, A4 con las dosis utilizadas.



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = -29,286x^2 + 41,579x + 53,098$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(-29,286)x + 41,579$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -58,572x + 41,579$$

$$-58,572x + 41,579 = 0 \quad (-1)$$

$$58,572x - 41,579 = 0$$

$$x = \frac{41,579}{58,572} = 0,709 \approx 0,71 ccL^{-1} //$$

**Figura 13.** Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable peso de frutos (g).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de auxinas y peso de fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0,9982, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, esto implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 1 (A), para obtener el resultado máximo en peso de fruto (g) (Y), el

coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 (A) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de 0,71 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el mayor peso de fruto se obtendría al aplicar esta dosis del Factor 1 (A), por lo tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta en peso de fruto comenzaría a declinar.

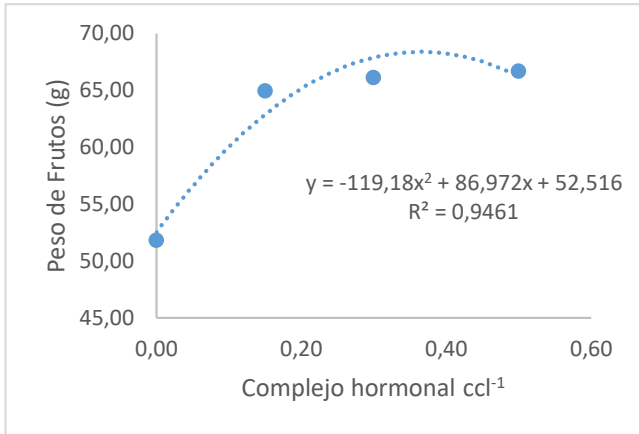
**Tabla 17.** Polinomios ortogonales para el peso de frutos (g) en el Factor 2 (C).

	C1	C2	C3	C4					
<b>PO</b>	1243,20	1558,20	1586,20	1600,00	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
<b>Lineal</b>	-3	-1	1	3	1098,40	1206482,56	24	20	2513,51
<b>Cuadrático</b>	1	-1	-1	1	-301,20	90721,44	24	4	945,02
<b>Cúbico</b>	-1	3	-3	1	272,80	74419,84	24	20	155,04
									3613,56

**PO:** Polinomios ortogonales, **C1, C2, C3, C4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada polinomio ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba polinomios ortogonales de los niveles del Factor 2 (A), para conocer la tendencia lineal, de las respuestas o efectos; generados por los tratamientos en estudio, donde, la tendencia lineal, cuadrática, resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística.

Esto significa, que en la tendencia lineal se esperaría respuesta a mayores dosis del Factor 2 (A) en el peso de fruto (g), pero también, la tendencia cuadrática fue altamente significativa, por tanto, anula el efecto de la tendencia lineal indefinida, centrándose en la determinación de una dosis óptima, lo cual se aplicó un análisis de regresión cuadrático para observar el efecto de los tratamientos, considerando los niveles del Factor 2 (A).



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = -119,18x^2 + 86,972x + 52,516$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(-119,18)x + 86,972$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -238,36x + 86,972$$

$$-238,36x + 86,972 = 0 \quad (-1)$$

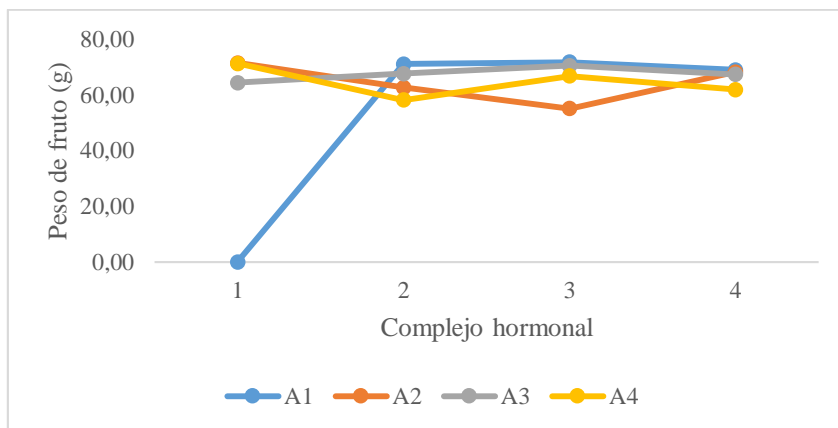
$$238,36x - 86,972 = 0$$

$$x = \frac{86,972}{238,36} = 0,364 \approx 0,36 \text{ ccl}^{-1} //$$

**Figura 14.** Correlación entre las dosis del Factor 2 con la variable peso de frutos (g).

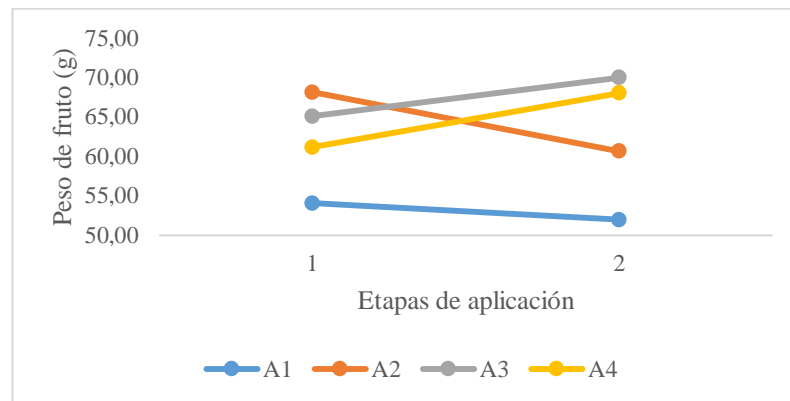
Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad del complejo hormonal y peso de fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0.9461, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, esto implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 2 (C), para obtener el resultado máximo en peso de fruto (g) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 (C) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de 0,36 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el mayor peso de fruto se obtendría al aplicar esta dosis del Factor 2 (C), por lo tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta al peso de fruto comenzaría a declinar.



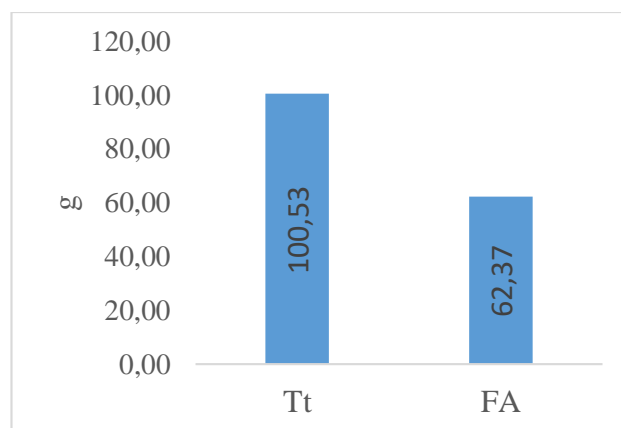
**Figura 15.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis; por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x C, donde se pudo observar que la interacción A1C1 obtuvo 0 frutos; esta corresponde a la dosis 0 ccl<sup>-1</sup> en los dos Factores A x C, en comparación con las otras interacciones, que en peso de fruto estuvo entre 55,13 – 71,83 g, compartiendo el rango mayor de significación.



**Figura 16.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y etapas de aplicación

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis, por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x E, donde se pudo observar, que las interacciones A1E1 con 54,03 g y A1E2 con 51,95 g con el menor rango de significación obtuvieron el menor peso de fruto, en comparación con las otras interacciones, en que el peso de fruto fue entre 60,65 – 69,98 g, que comparten el rango mayor de significación.



**Figura 17.** Comparación de factoriales vs testigo

Se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística entre testigo (Tt) vs factorial (FA), donde el factorial correspondiente a los tratamientos (interacciones A x C x E), obtuvo menor peso promedio de fruto con 62,37 g; que tiene el menor rango de significación y el testigo convencional (2,4D EB 0,05 ccl<sup>-1</sup>) de uso común obtuvo mayor peso promedio de frutos con 100,53 g; que tiene el mayor rango de significación.

#### 4.1.3 Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

Con los datos registrados en campo para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm), considerada como variable del tipo fenométrica en la investigación, se procedió al análisis o procesamiento de los mismos, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 18.** ADEVA para el diámetro ecuatorial del fruto (cm); en el cultivo naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*).

F de V	GL	SC	CM	F calc,		F tab,		
						0,05	0,01	p - Valor
T	194	145,01						
R	2	0,46	0,23	3,36	*	3,14	4,95	0,0408
Tr	32	140,13	4,38	63,52	**	1,62	1,98	0,0000
A	3	21,14	7,05	102,19	**	2,75	4,10	0,0000
a1 vs a2, a3, a4	1	20,98	20,98	304,37	**	3,99	7,05	0,0000
a2 vs a3, a4	1	0,02	0,02	0,24	NS	3,99	7,05	0,6267
a3 vs a4	1	0,13	0,13	1,95	NS	3,99	7,05	0,1675
C	3	24,47	8,16	118,29	**	2,75	4,10	0,0000
Lineal	1	15,12	15,12	219,25	**	3,99	7,05	0,0000
Cuadrático	1	8,06	8,06	116,94	**	3,99	7,05	0,0000
Cúbico	1	1,29	1,29	18,68	**	3,99	7,05	0,0001
E	1	0,01	0,01	0,11	NS	3,99	7,05	0,7393
A x C	9	89,57	9,95	144,35	**	2,03	2,70	0,0000
A x E	3	0,71	0,24	3,42	*	2,75	4,10	0,0224
C x E	3	0,21	0,07	1,04	NS	2,75	4,10	0,3825
A x C x E	9	0,87	0,10	1,41	NS	2,03	2,70	0,2030
FA	31	136,97	4,42	64,09	**	1,63	2,00	0,0000
Tt vs FA	1	3,16	3,16	45,88	**	3,99	7,05	0,0000
EE	64	4,41	0,07					
						CV%: 5,71		

F de V: Fuente de Variación, GL: Grados de libertad, SC: Sumatoria de cuadrados, CM: Cuadrado medio, F calc.: Valor Fisher calculado, F tab.: Valor Fisher tabulado, CV%: Coeficiente de variación en porcentaje, T: Total, R: Repeticiones, Tr: Tratamientos, A: Factor 1 – Auxinas, C: Factor 2 – Complejo Hormonal, E: Factor C – Etapas fenológicas de la flor (abierto y flor abierto + fruto cuajado), A x B x C: Interacciones entre los factores, FA: Factorial, Tt vs FA: Testigo vs Factorial, EE: Error experimental, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

Para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm), se puede observar que las repeticiones (R), resultó significativa al 0,05 de significancia estadística, los Tratamientos (Tr), el Factor 1 (A), el Factor 2 (C), la interacción A x C, el factorial (FA), el testigo vs el factorial (Tt vs FA), resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia y la interacción A x E,

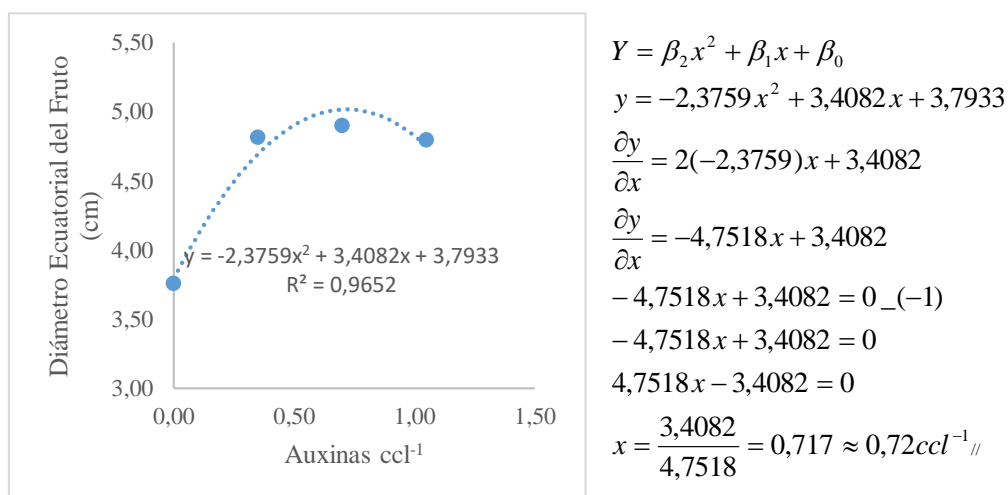
resultó significativa al 0,05 de significancia, lo que quiere decir que existen diferencias estadísticas, por tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0). La media general fue de 4,60 cm de diámetro ecuatorial del fruto y el coeficiente de variación fue de 5,71 %; que es muy aceptable para este tipo de investigación.

**Tabla 19.** Comparaciones ortogonales para el diámetro ecuatorial del fruto (cm) en el Factor 1 (A).

	A1	A2	A3	A4					
<b>CO</b>	90,10	115,50	117,54	115,00	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
A1 vs A2, A3, A4	-3	1	1	1	77,74	6043,51	24	12	20,98
A2 vs A3, A4	0	-2	1	1	1,54	2,37	24	6	0,02
A3 vs A4	0	0	-1	1	-2,54	6,45	24	2	0,13
									21,14

**CO:** Comparación ortogonales, **A1, A2, A3, A4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada comparación ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba de comparaciones ortogonales de los niveles del factor 1 (A), donde la comparación A1 vs A2, A3, A4 resultó altamente significativa al 0,01 de significancia estadística, lo que significa que existen diferencias marcadas en la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm), entre la dosis 0  $ccl^{-1}$  del nivel A1 con respecto a las dosis de los niveles A2, A3, A4, por tanto, significa la importancia y la conveniencia que tiene el uso del bioregulador presente en el Factor 1 (A),



**Figura 18.** Correlación entre las dosis del Factor 1 con la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de las auxinas y diámetro ecuatorial del fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0,9652, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, lo que implica,

que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 1 (A), para obtener el resultado máximo en la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 (A) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de 0,72 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el mayor diámetro ecuatorial en el fruto se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 1 (A), por tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta a la variable diámetro ecuatorial en el fruto comenzaría a declinar.

**Tabla 20.** Polinomios ortogonales para el diámetro ecuatorial del fruto (cm) en el Factor 2 (C).

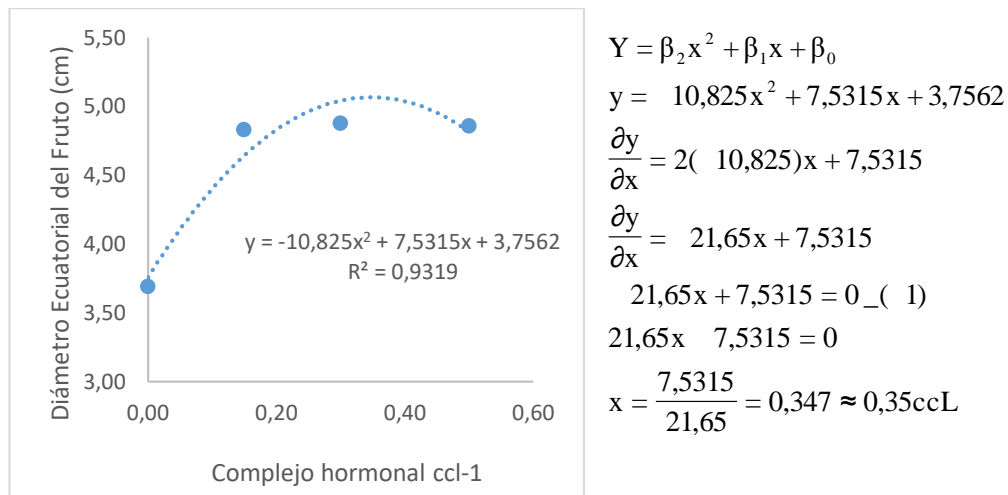
	C1	C2	C3	C4					
<b>PO</b>	88,56	115,96	117,02	116,60	$Q = \sum c_i Y_i$	Q <sup>2</sup>	n	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
<b>Lineal</b>	-3	-1	1	3	85,18	7255,63	24	20	15,12
<b>Cuadrático</b>	1	-1	-1	1	-27,82	773,95	24	4	8,06
<b>Cúbico</b>	-1	3	-3	1	24,86	618,02	24	20	1,29
									24,47

**PO:** Polinomios ortogonales, **a<sub>1,2,3,4</sub>**: niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada polinomio (*ci*) con la sumatoria de los datos (*Yi*) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba polinomios ortogonales de los niveles del Factor 2 (C), para conocer la tendencia lineal, de las respuestas o efectos generados por los tratamientos en estudio, donde, la tendencia lineal, cuadrática y cúbica, resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística

Esto significa, que en la tendencia lineal se esperaría respuesta a mayores dosis del Factor 2 (C) en la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm), pero también, la tendencia cuadrática fue altamente significativa, por tanto, anula el efecto de la tendencia lineal indefinida, centrándose en la determinación de una dosis óptima, lo cual se aplicó un análisis correlacional cuadrático para observar el efecto de los tratamientos, considerando los niveles del Factor 2 (C), en cuanto a la tendencia cúbica, determina el efecto sigmoideo o comportamiento del metabolismo vegetal normal del desarrollo y formación del fruto, en la masa y volumen, así mismo, demanda de nutrientes y metabolitos, expuesto por *Figueiredo, Almeida, Dantas, & Figueiredo (2013)* y *Ochoa, Balaguera, Ardila, Pinzón, & Álvarez (2016)*, el desarrollo del fruto implica el crecimiento y la diferenciación de un gran número de tejidos, así el tamaño final de los frutos carnosos está determinado por tres importantes

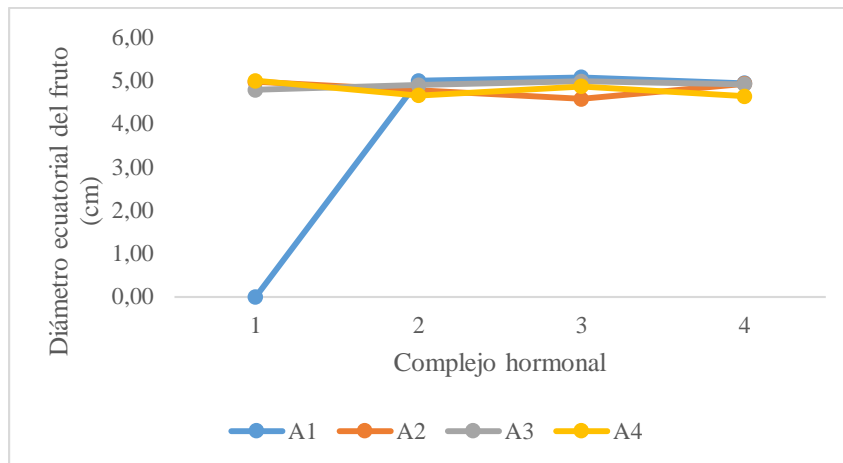
procesos, el primero es la multiplicación celular, que es responsable de la formación del ovario preántesis; luego la división celular postántesis y la polinización, por último, el tercer proceso corresponde a la elongación celular, por tanto, el crecimiento del fruto, puede tener un comportamiento sigmoideo simple.



**Figura 19.** Correlación entre las dosis Factor 2 (C) con la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm).

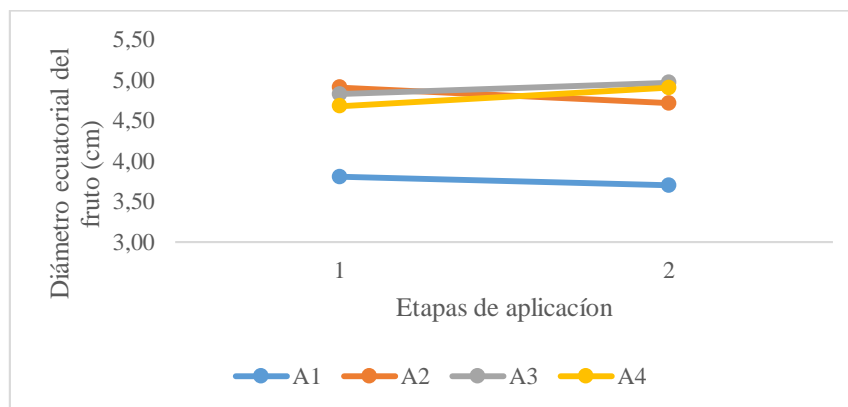
Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad del complejo hormonal y diámetro ecuatorial del fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0,9319, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, lo que implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 2 (C), para obtener el resultado máximo en la variable diámetro ecuatorial del fruto (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 (C) o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de 0,35 ccL<sup>-1</sup>, es decir que el mayor diámetro ecuatorial del fruto se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 2 (C), por lo tanto, si se sobrepasa esta dosis la respuesta a la variable diámetro ecuatorial del fruto comenzaría a declinar.



**Figura 20.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis; por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x C, donde se pudo observar, que la interacción A1C1 obtuvo 0 frutos; que tiene el menor rango de significación y que corresponde a la dosis  $0 \text{ cc l}^{-1}$  en los dos Factores A x C, en comparación con las otras interacciones que en el diámetro ecuatorial del fruto obtuvo entre 4,58 – 5,08 cm, que comparten el rango mayor de significación.



**Figura 21.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y etapas de aplicación

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis; por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x E, donde se pudo observar, que las interacciones A1E1 con 3,81 cm y A1E2 con 3,70 cm, con el menor rango de significación obtuvieron el menor diámetro ecuatorial del fruto, en comparación con las otras interacciones, que el diámetro ecuatorial del fruto fue entre 4,68 – 4,97 cm, que comparten el rango mayor de significación.

Esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte del bioregulador del Factor 1(A) como las auxinas responsables de la inducción carpinocárpica que es la inducción del desarrollo del fruto en forma y volumen, así mismo, la acción del ortofosfato que actúa sobre la calidad y desarrollo del fruto y la etapa fenológica del factor (E) de aplicación, para obtener respuesta.



**Figura 22.** Comparación de factoriales vs testigo

Se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística entre testigo (Tt) vs factorial (FA), donde el factorial correspondiente a los tratamientos (interacciones A x C x E), obtuvo menor diámetro ecuatorial del fruto con 4,56cm; que tiene el menor rango de significación y el testigo convencional (2,4D EB 0,05 cc<sup>l-1</sup>) de uso común obtuvo mayor diámetro ecuatorial del fruto con 5,61 cm; que tiene el mayor rango de significación.

Esto ratifica el efecto de la hormona sintética (2,4D EB 0,05 cc<sup>l-1</sup>), pero en el caso de la comercialización solo se limitaría al mercado nacional y no la exportación, porque no cumple los estándares normalizados de exportación, para la variedad Naranja Híbrido Puyo.

#### **4.1.4 Diámetro polar del fruto (cm)**

Con los datos registrados en campo para la variable diámetro polar del fruto (cm), considerada como variable del tipo fenométrica en la investigación, se procedió al análisis o procesamiento de los mismos, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 21.** ADEVA para el Diámetro polar del fruto (cm); en el cultivo naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*).

F de V	GL	SC	CM	F calc,	F tab,			
					0,05	0,01	p – Valor	
T	194	119,44						
R	2	0,51	0,26	3,33	*	3,14	4,95	0,0422
Tr	32	114,00	3,56	46,24	* *	1,62	1,98	0,0000
A	3	16,72	5,57	72,36	* *	2,75	4,10	0,0000
a1 vs a2, a3, a4	1	16,52	16,52	214,46	* *	3,99	7,05	0,0000
a2 vs a3, a4	1	0,12	0,12	1,53	NS	3,99	7,05	0,2206
a3 vs a4	1	0,08	0,08	1,08	NS	3,99	7,05	0,3022
C	3	19,41	6,47	84,00	* *	2,75	4,10	0,0000
Lineal	1	12,85	12,85	166,81	* *	3,99	7,05	0,0000
Cuadrático	1	5,71	5,71	74,16	* *	3,99	7,05	0,0000
Cúbico	1	0,85	0,85	11,01	* *	3,99	7,05	0,0015
E	1	0,01	0,01	0,07	NS	3,99	7,05	0,7864
A x C	9	72,85	8,09	105,07	* *	2,03	2,70	0,0000
A x E	3	0,44	0,15	1,90	NS	2,75	4,10	0,1390
C x E	3	0,28	0,09	1,21	NS	2,75	4,10	0,3151
A x C x E	9	0,94	0,10	1,36	NS	2,03	2,70	0,2266
FA	31	110,65	3,57	46,33	* *	1,63	2,00	0,0000
Tt vs FA	1	3,35	3,35	43,49	* *	3,99	7,05	0,0000
EE	64	4,93	0,08					
					CV%:		6,74	

**F de V:** Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **A:** Factor 1 – Auxinas, **C:** Factor 2 – Complejo hormonal **E:** Factor C – Etapas fenológicas de la flor (abierta y flor abierta + fruto cuajado), **A x B x C:** Interacciones entre los factores, **FA:** Factorial, **Tt vs FA:** Testigo vs Factorial, **EE:** Error experimental, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

Para la variable diámetro polar del fruto (cm), se puede observar que las repeticiones (R), resultó significativa al 0,05 de significancia estadística, los Tratamientos (Tr), el Factor 1 (A), el Factor 2 (C), la interacción A x C, el factorial (FA), el testigo vs el factorial (Tt vs FA), resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia lo que quiere decir que existen diferencias estadísticas, por tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0). La media general fue de 4,12 cm de diámetro polar del fruto y el coeficiente de variación fue de 6,74 %; que es muy aceptable para este tipo de investigación.

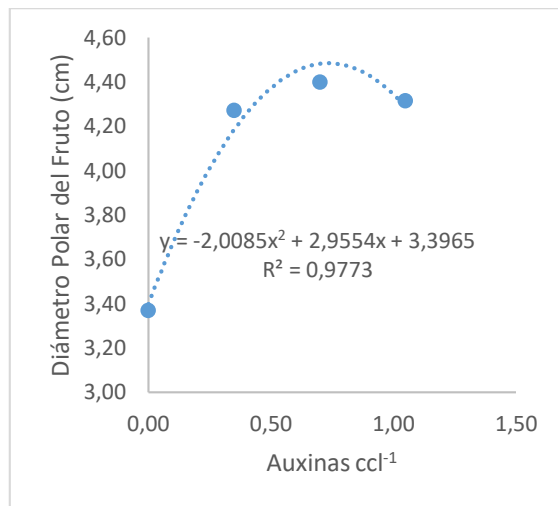
**Tabla 22.** Comparaciones ortogonales para el diámetro polar del fruto (cm) en el Factor 1 (A).

CO	A1	A2	A3	A4	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
A1 vs A2, A3, A4	-3	1	1	1	68,98	4758,24	24	12	16,52
A2 vs A3, A4	0	-2	1	1	4,12	16,97	24	6	0,12
A3 vs A4	0	0	-1	1	-2,00	4,00	24	2	0,08
									16,72

**CO:** Comparación ortogonales, **A1, A2, A3, A4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada comparación ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba de comparaciones ortogonales de los niveles del Factor 1 (A), donde la comparación A1 vs A2, A3, A4 resultó altamente significativa al 0,01 de significancia

estadística, lo que significa que existen diferencias marcadas en la variable diámetro polar del fruto (cm), entre la dosis 0 ccl<sup>-1</sup> del nivel A1 con respecto a las dosis de los otros niveles A2, A3, A4, por tanto, significa la importancia y la conveniencia que tiene el uso del bioregulador presente en el Factor 1 (A),



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = 2,0085 x^2 + 2,9554 x + 3,3965$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(2,0085)x + 2,9554$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 4,017x + 2,9554$$

$$4,017x + 2,9554 = 0 \quad (1)$$

$$4,017x - 2,9554 = 0$$

$$x = \frac{2,9554}{4,017} = 0,735 \approx 0,74 \text{ ccl}^{-1}$$

**Figura 23.** Correlación entre las dosis del Factor 1 con la variable diámetro polar del fruto (cm).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de las auxinas y diámetro polar del fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un R<sup>2</sup> de 0,9773, lo que significa, que el modelo se ajustó bien entre las dos variables, lo que implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 1 (A), para obtener el resultado máximo en la variable diámetro polar del fruto (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\frac{\partial y}{\partial x}$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de 0,74 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el mayor diámetro polar en el fruto; se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 1 (A), por tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta a la variable diámetro polar en el fruto comenzaría a declinar.

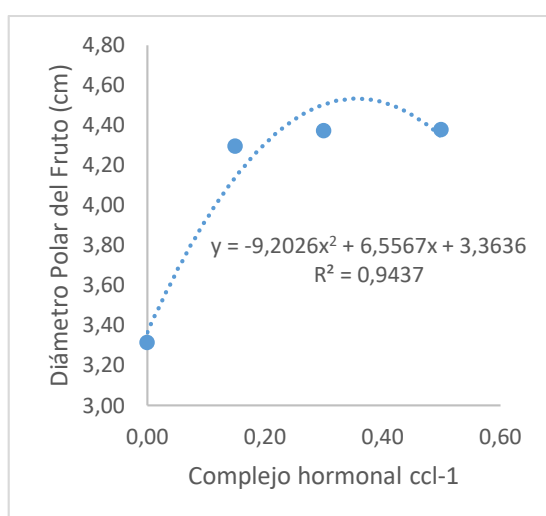
**Tabla 23.** Polinomios ortogonales para el diámetro polar del fruto (cm) en el Factor 2 (C).

	C1	C2	C3	C4					
<b>PO</b>	79,44	103,04	104,84	105,02	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$n$	$\sum c_i^2$	$SC = Q^2 / n \sum c_i^2$
<b>Lineal</b>	-3	-1	1	3	78,54	6168,53	24	20	12,85
<b>Cuadrático</b>	1	-1	-1	1	-23,42	548,50	24	4	5,71
<b>Cúbico</b>	-1	3	-3	1	20,18	407,23	24	20	0,85
									19,41

**PO:** Polinomios ortogonales, **C1, C2, C3, C4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada polinomio ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba de polinomios ortogonales de los niveles del Factor 2 (C), para conocer la tendencia lineal, de las respuestas o efectos; generados por los tratamientos ensayados, donde, la tendencia lineal, cuadrática y cúbica, resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística

Esto significa, que en la tendencia lineal se esperaría respuesta a mayores dosis del Factor 2 (C) en la variable diámetro polar del fruto (cm), pero también, la tendencia cuadrática fue altamente significativa, por tanto, anula el efecto de la tendencia lineal indefinida, centrándose en la determinación de una dosis óptima, para lo cual se aplicó un análisis correlacional cuadrático para observar el efecto de los tratamientos, considerando los niveles del Factor 2 (C) en cuanto a la tendencia cúbica, determina el efecto sigmoideo o comportamiento del metabolismo vegetal normal del desarrollo y formación del fruto, en la masa y volumen, así mismo, demanda de nutrientes y metabolitos.



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = -9,2026x^2 + 6,5567x + 3,3636$$

$$\frac{\partial x}{\partial y} = 2(-9,2026)x + 6,5567$$

$$\frac{\partial x}{\partial y} = -18,4052x + 6,5567$$

$$-18,4052x + 6,5567 = 0 \quad (-1)$$

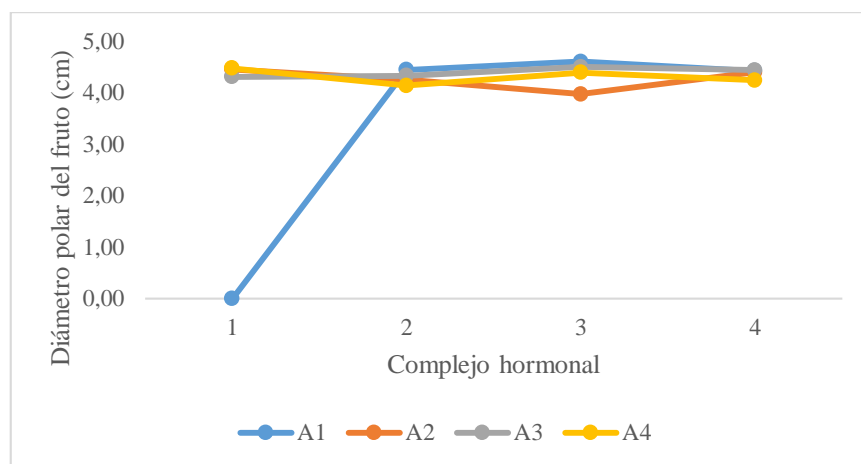
$$18,4052x - 6,5567 = 0$$

$$x = \frac{6,5567}{18,4052} = 0,356 \approx 0,36ccL^{-1}$$

**Figura 24.** Correlación entre las dosis del Factor 2 con la variable diámetro polar del fruto (cm).

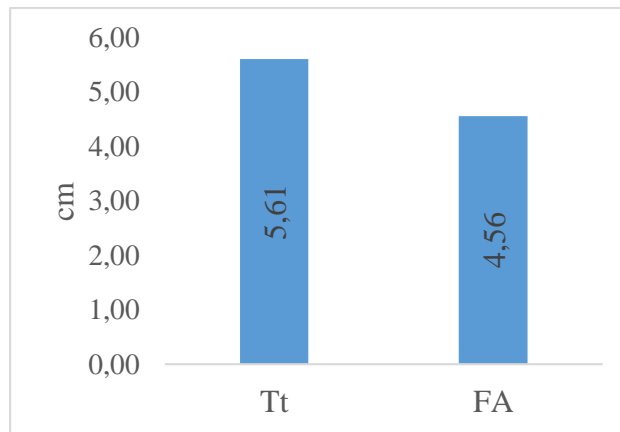
Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad del complejo hormonal y diámetro polar del fruto (g), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un  $R^2$  de 0,9437, lo que significa, que el modelo se ajustó bien obteniendo un alto grado de correlación, entre las dos variables, lo que implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 2 (C), para obtener el resultado máximo en la variable diámetro polar del fruto (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\hat{\partial}y/\hat{\partial}x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima es de  $0,36 \text{ ccl}^{-1}$ , es decir que el mayor diámetro polar del fruto; se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 2 (C), por tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta a la variable diámetro polar del fruto comenzaría a declinar.



**Figura 25.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis; por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x C, donde se pudo observar, que la interacción A1C1 obtuvo 0 frutos; que tiene el menor rango de significación y que corresponde a la dosis  $0 \text{ ccl}^{-1}$  en los dos Factores A x C, en comparación con las otras interacciones, en que en el diámetro polar del fruto estuvo entre 3,97 – 4,60 cm, que comparten el rango mayor de significación, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción.



**Figura 26.** Comparación de factoriales vs testigo

Se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística entre el testigo (Tt) vs factorial (FA), donde el factorial correspondiente a los tratamientos (interacciones A x C x E), obtuvo menor diámetro polar del fruto con 4.56 cm; que tiene el menor rango de significación y el testigo convencional (2,4D EB 0,05  $\text{cc l}^{-1}$ ) de uso común obtuvo mayor diámetro polar del fruto con 5.61 cm; que tiene el mayor rango de significación.

Esto ratifica, el efecto de la hormona sintética (2,4D EB 0,05  $\text{cc l}^{-1}$ ), pero en el caso de la comercialización solo se limitaría al mercado nacional y no la exportación, porque no cumple los estándares normalizados de exportación, para la variedad Naranjilla Híbrido Puyo.

#### **4.1.5 Rendimiento de parcela neta (g)**

Con los datos registrados de campo para la variable rendimiento de parcela neta (g), considerada como variable del tipo productiva en la investigación, se procedió al análisis o procesamiento de los mismos, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 24.** ADEVA para el rendimiento de parcela neta (g); en el cultivo naranjilla híbrida (*Solanum quitoense*)

F de V	GL	SC	CM	F calc,	F tab,			
					0,05	0,01	P – Valor	
<b>T</b>	194	5069668,78						
<b>R</b>	2	85984,54	42992,27	2,56	<b>NS</b>	3,14	4,95	0,0852
<b>Tr</b>	32	3908652,50	122145,39	7,27	* *	1,62	1,98	0,0000
<b>A</b>	3	358964,42	119654,81	7,12	* *	2,75	4,10	0,0003
<b>a1 vs a2, a3, a4</b>	1	323974,49	323974,49	19,29	* *	3,99	7,05	0,0000
<b>a2 vs a3, a4</b>	1	22833,31	22833,31	1,36	<b>NS</b>	3,99	7,05	0,2480
<b>a3 vs a4</b>	1	12156,62	12156,62	0,72	<b>NS</b>	3,99	7,05	0,3981
<b>C</b>	3	521637,75	173879,25	10,35	* *	2,75	4,10	0,0000
<b>Lineal</b>	1	253523,02	253523,02	15,09	* *	3,99	7,05	0,0002
<b>Cuadrático</b>	1	238848,05	238848,05	14,22	* *	3,99	7,05	0,0004
<b>Cúbico</b>	1	29266,67	29266,67	1,74	<b>NS</b>	3,99	7,05	0,1915
<b>E</b>	1	4104,68	4104,68	0,24	<b>NS</b>	3,99	7,05	0,6228
<b>A x C</b>	9	2408079,06	267564,34	15,93	* *	2,03	2,70	0,0000
<b>A x E</b>	3	123226,89	41075,63	2,45	<b>NS</b>	2,75	4,10	0,0719
<b>C x E</b>	3	41747,57	13915,86	0,83	<b>NS</b>	2,75	4,10	0,4831
<b>A x C x E</b>	9	281150,80	31238,98	1,86	<b>NS</b>	2,03	2,70	0,0744
<b>FA</b>	31	3738911,16	120610,04	7,18	* *	1,63	2,00	0,0000
<b>Tt vs FA</b>	1	169741,33	169741,33	10,11	* *	3,99	7,05	0,0023
<b>EE</b>	64	1075031,74	16797,37					

CV%: 18,88

**F de V:** Fuente de Variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher tabulado, **CV%:** Coeficiente de variación en porcentaje, **T:** Total, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **A:** Factor 1 – Auxinas, **C:** Factor 2 – Complejo hormonal, **E:** Factor C – Etapas fenológicas de la flor (abierta y flor abierta + fruto cuajado), **A x B x C:** Interacciones entre los factores, **FA:** Factorial, **Tt vs FA:** Testigo vs Factorial, **EE:** Error experimental, \*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, **NS:** No significativo.

Para la variable rendimiento por parcela neta (g), se puede observar que las repeticiones (R), resultó no significativa al 0.05 de significancia estadística, los tratamientos (Tr), el Factor 1 (A), el Factor 2 (C), la interacción A x C, el factorial (FA), el testigo vs el factorial (Tt vs FA), resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia, lo que quiere decir que existen diferencias estadísticas, por tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0).

**Tabla 25.** Comparaciones ortogonales para rendimiento de parcela neta (g) en el Factor 1 (A).

	A1	A2	A3	A4	$Q = \sum c_i Y_i$	Q <sup>2</sup>	n	$\sum c_i^2$	$SC = \frac{Q^2}{n \sum c_i^2}$
<b>CO</b>	13883,17	16498,55	17787,13	17023,25					
<b>A1 vs A2, A3, A4</b>	-3	1	1	1	9659,43	93304652,32	24	12	323974,49
<b>A2 vs A3, A4</b>	0	-2	1	1	1813,28	3287996,45	24	6	22833,31
<b>A3 vs A4</b>	0	0	-1	1	-763,88	583517,75	24	2	12156,62

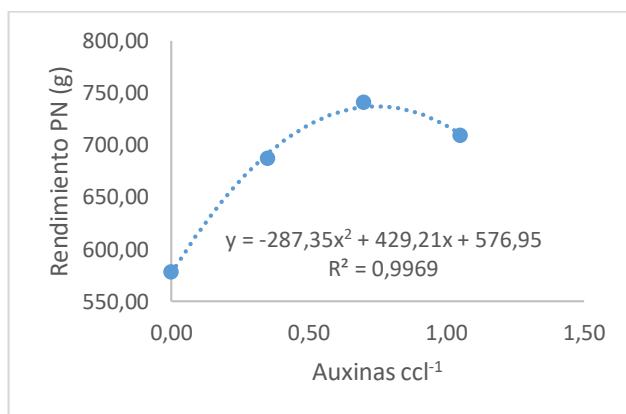
358964,42

**CO:** Comparación ortogonales, **A1, A2, A3, A4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada comparación (ci) con la sumatoria de los datos (Yi) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba de comparaciones ortogonales de los niveles del Factor 1 (A), donde la comparación A1 vs A2, A3, A4 resultó altamente significativa al 0.01 de significancia

estadística, lo que significa que existen diferencias marcadas en la variable rendimiento por parcela neta (g PN<sup>-1</sup>), entre la dosis 0 ccl<sup>-1</sup> del nivel A1 con respecto a las dosis de los otros niveles A2, A3, A4.

Esto representa la importancia y la conveniencia que tiene el uso del bioregulador presente en el Factor 1 (A), para estimular a la producción de frutos y el cuajado en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*); que inciden sobre el rendimiento.



$$Y = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

$$y = -287,35x^2 + 429,21x + 576,95$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 2(-287,35)x + 429,21$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -574,70x + 429,21$$

$$-574,70x + 429,21 = 0 \quad (-1)$$

$$574,70x - 429,21 = 0$$

$$x = \frac{429,21}{574,70} = 0,75 \text{ ccl}^{-1} //$$

**Figura 27.** Correlación entre las dosis del Factor 1 (A) con la variable rendimiento de parcela neta (g).

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad de las auxinas y el rendimiento por parcela neta (gPN<sup>-1</sup>), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con un R<sup>2</sup> de 0,9969, lo que significa, que el modelo se ajustó bien o tuvo un alto grado de correlación, entre las dos variables, lo que implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 1 (A) para obtener el resultado máximo en la variable rendimiento de PN (g PN<sup>-1</sup>) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\frac{\partial y}{\partial x}$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima fue 0,75 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el rendimiento máximo por PN; se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 1 (A), por lo tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta a la variable rendimiento por parcela neta comenzaría a declinar.

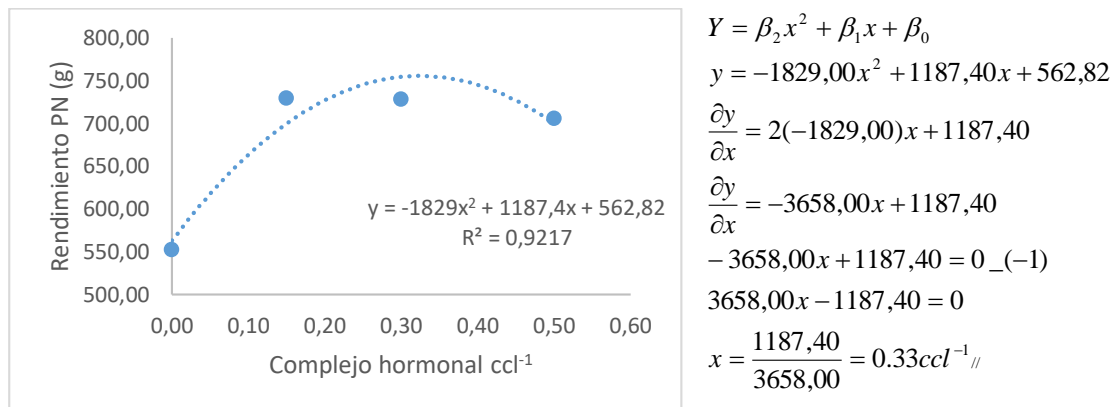
**Tabla 26.** Polinomios ortogonales para el rendimiento de parcela neta (g) en el Factor 2 (C).

	C1	C2	C3	C4	$Q = \sum c_i Y_i$	$Q^2$	$N$	$\sum c_i^2$	$SC = \frac{Q^2}{n \sum c_i^2}$
<b>PO</b>	13258,80	17505,78	17484,50	16943,02					
<b>Lineal</b>	-3	-1	1	3	11031,37	121691050,53	24	20	253523,02
<b>Cuadrático</b>	1	-1	-1	1	-4788,47	22929413,02	24	4	238848,05
<b>Cúbico</b>	-1	3	-3	1	3748,07	14048003,74	24	20	29266,67
									521637,75

**PO:** Polinomios ortogonales, **C1, C2, C3, C4:** niveles del factor, **Q:** es la sumatoria del producto entre los coeficientes ortogonales de cada polinomio ( $c_i$ ) con la sumatoria de los datos ( $Y_i$ ) de cada nivel, **n:** Número de datos considerados, **SC:** Sumatoria de cuadrados de las comparaciones ortogonales.

Se aplicó la prueba de polinomios ortogonales de los niveles del Factor 2 (C), para conocer la tendencia lineal, de las respuestas o efectos; generados por los tratamientos ensayados, donde, la tendencia lineal, cuadrática y cúbica, resultaron altamente significativas al 0,01 de significancia estadística.

Esto significa, que en la tendencia lineal se esperaría respuesta a mayores dosis del Factor 2 (C) en el rendimiento de PN (g PN<sup>-1</sup>), pero también, la tendencia cuadrática fue altamente significativa, por tanto, anula el efecto de la tendencia lineal indefinida, centrándose en la determinación de una dosis óptima, para lo cual se aplicó un análisis correlacional cuadrático para observar el efecto de los tratamientos, considerando los niveles del Factor 2 (C).

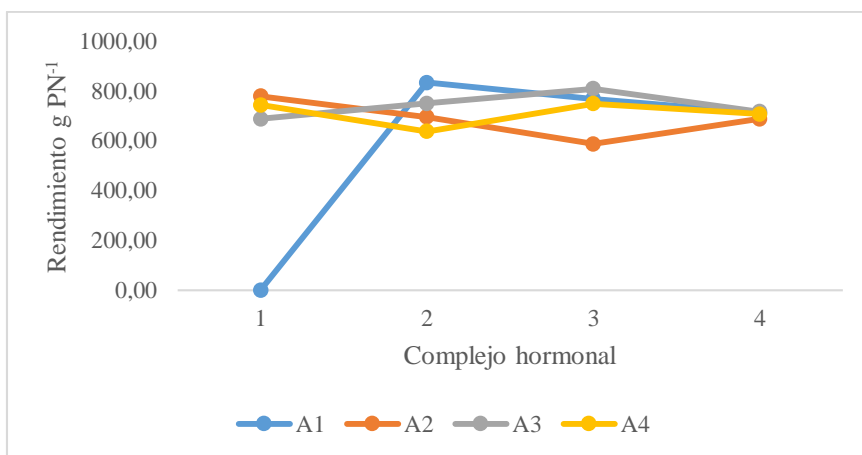


**Figura 28.** Correlación entre las dosis o niveles del Factor 2 (C) con la variable rendimiento de parcela neta (g),

Se realizó un análisis de regresión simple, entre la cantidad del complejo hormonal y rendimiento por parcela neta (gPN<sup>-1</sup>), donde el modelo cuadrático fue altamente significativo con R<sup>2</sup> de 0,9217, lo que significa, que el modelo se ajustó bien o tuvo un alto grado de correlación, entre las dos variables, lo que implica, que existe una cantidad o dosis óptima del Factor 2 (C), Para obtener el resultado máximo en la variable rendimiento de parcela neta

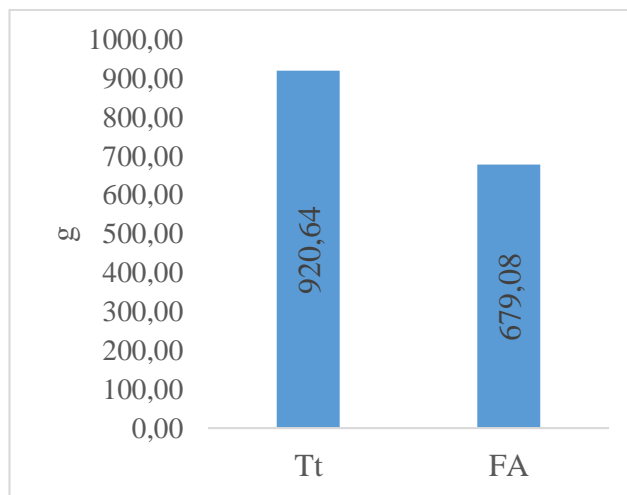
(gPN<sup>-1</sup>) (Y), el coeficiente  $\beta_2$  (curvatura cuadrática debido al Factor 1 o X) es negativo, lo que significa que tiene un máximo.

Para determinar la dosis óptima se procedió a calcular la primera derivada ( $\partial y / \partial x$ ) a la ecuación resultante del modelo, en donde se determinó que la dosis óptima fue 0,33 ccl<sup>-1</sup>, es decir que el rendimiento máximo por PN; se obtendría al aplicar esta dosis máxima en el Factor 2 (C), por tanto, si sobrepasa esta dosis la respuesta de la variable rendimiento de PN (g PN<sup>-1</sup>); empezaría a declinar.



**Figura 29.** Gráfico de interacciones, dosis de auxinas y complejo hormonal

Se observan marcadas interacciones altamente significativas de las dosis; por los cruces entre las líneas de tendencia, por tanto, se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística en la interacción A x C, donde se pudo observar, que la interacción A1C1 obtuvo 0 frutos; que tiene el menor rango de significación y que corresponde a la dosis 0 ccl<sup>-1</sup> en los dos Factores A x C, en comparación con las otras interacciones, en que el peso de fruto estuvo entre 587,01 – 833,95 g PN<sup>-1</sup>, que comparten el rango mayor de significación.



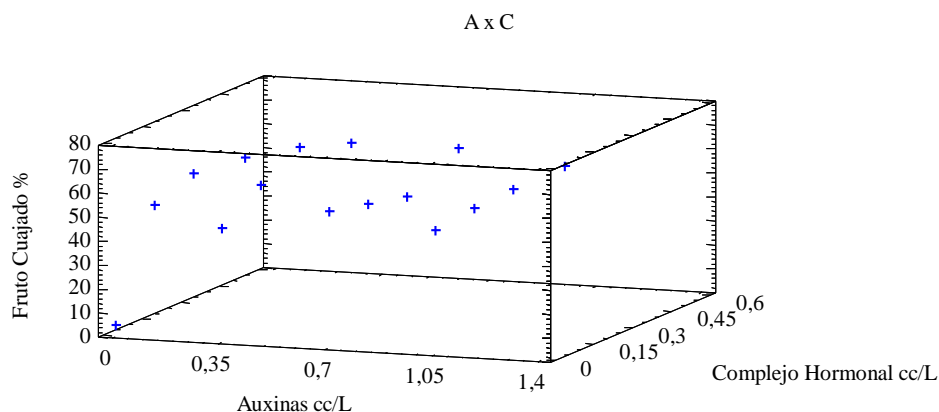
**Figura 30.** Comparación de factoriales vs testigo

Se realizó una prueba Tukey al 0,05 de significancia estadística entre testigo (Tt) vs factorial (FA), donde el factorial correspondiente a los tratamientos (interacciones A x C x E), obtuvo menor peso promedio de fruto con 679,08 g PN<sup>-1</sup>; que tiene el menor rango de significación y el testigo convencional (2,4D EB 0,05 cc L<sup>-1</sup>) de uso común obtuvo mayor rendimiento por PN con 920,64 g PN<sup>-1</sup>; que tiene el mayor rango de significación.

Esto ratifica, el efecto de la hormona sintética (2,4D EB 0,05 cc L<sup>-1</sup>), pero en el caso de la comercialización solo se limitaría al mercado nacional y no la exportación, porque no cumple los estándares normalizados de exportación, para la variedad Naranja Híbrido Puyo.

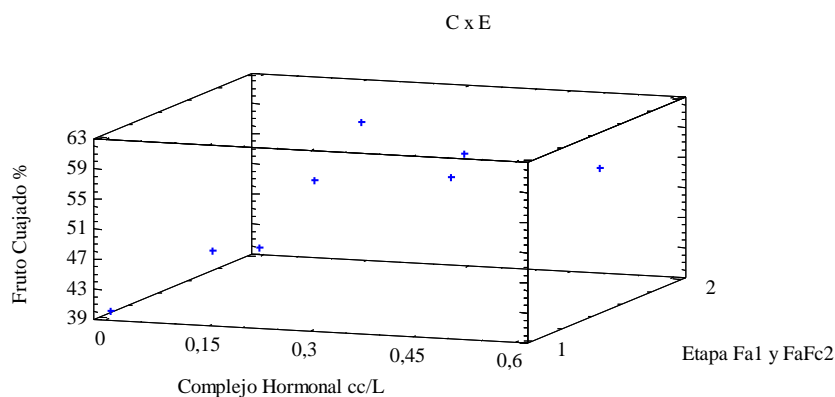
## 4.2 DISCUSIÓN

### Fruto cuajado (%)



**Figura 31.** Superficie de respuesta para la variable fruto cuajado (%)

Se determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte de auxinas y ortofosfato del Factor 1 (A) en conjunto con el aporte de los bio reguladores del factor 2 (C) como citocininas, giberelinas y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial, la ausencia del aporte de las hormonas en el porcentaje de fruto cuajado se observa en el bajo porcentaje de fruto cuajado.



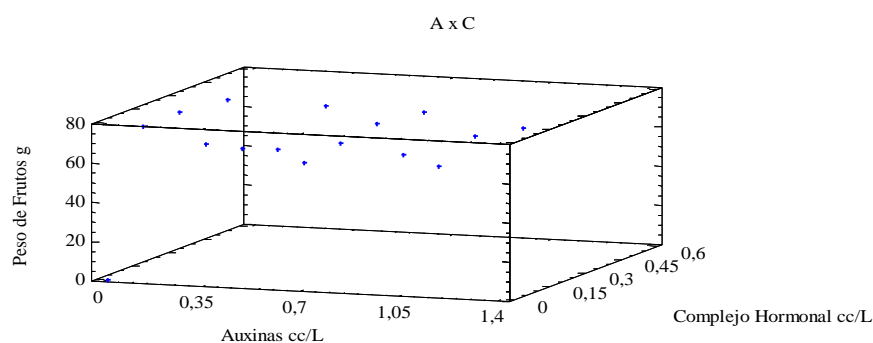
**Figura 32.** Superficie de respuesta para la variable fruto cuajado (%).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el cuajado del fruto como indicador de la productividad, por tanto, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte de los bio reguladores del factor 2 como citocininas, giberelinas y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial, en interacción con las etapas fenológicas del factor E (Flor abierta Fa y Flor abierta + Fruto cuajado FaFc); significó la importancia de la etapa de aplicación para obtener los mejores resultados, por lo expuesto por *Guamán, 2011*, los bioestimulantes de origen natural o sintético, dependiendo de la etapa fenológica de aplicación como la división celular, multiplicación celular, elongación celular y diferenciación celular y de los efectos de los

bioestimulantes específicamente en estas etapas, se obtendría respuesta; en el lugar donde se aplique.

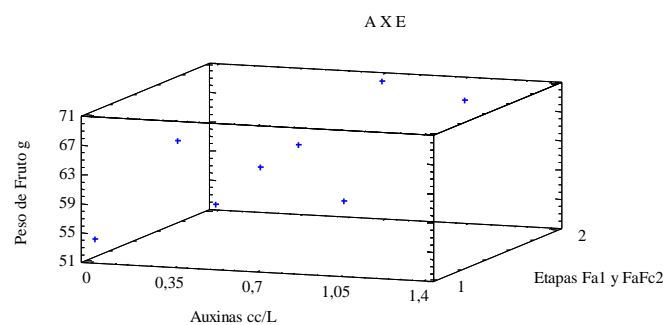
### Peso del Fruto

Si bien se obtuvo el mayor peso de fruto con el tratamiento convencional de los agricultores (2,4 D\_E 0.05 ccL<sup>-1</sup>), en la parte comercial se vería limitado al mercado nacional. Si se exporta, este peso sobrepasa el grado extra permitido de 5% de 81 gramos; para la variedad híbrida (Naranja Híbrido Puyo), además de los efectos potenciales del mal uso, como la inducción de fitomutaciones y efectos carcinógenos en humanos si el producto en su composición contiene dioxinas y furanos, las otras interacciones resultaron entre 55.27 – 84.73 g de peso promedio por fruto, que se encuentran dentro de las normas de calidad para comercialización y exportación, por tanto comparte los mayores rangos de significación, por lo expuesto por *MAGAP - AGROCALIDAD. ec, 2014, Neumeister, 2014 e IRET. cr, 2004*, la tolerancia de calidad del fruto de naranja, se divide en tres grados, así para el grado extra; se admite hasta el 5 % en número o en peso de frutos de la referencia > 80 g, para el grado II, se admite hasta el 10 % en número o en peso de frutos de la referencia 80 – 50 g, para el grado I igualmente 10 %; en número o en peso de la referencia < 50 g, para la variedad Naranja Híbrido Puyo. El herbicida sintético 2,4 – D, utilizado en varios cultivos como regulador de crecimiento, estudios han revelado que su mal uso puede incrementar los efectos adversos en la salud humana y el ambiente, por tanto, puede tener en su composición dioxinas y furanos que son carcinógenos humanos; disruptores endócrinos y pueden permanecer en el ambiente acumulándose en la cadena alimenticia. Existe también evidencia de que una concentración de dioxina puede multiplicarse bajo la luz solar.



**Figura 33.** Superficie de respuesta para el peso de fruto (g).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el peso del fruto como indicador de la calidad del fruto, por tanto, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte de auxinas y ortofosfato del Factor 1 en conjunto con el aporte de los bioreguladores del factor 2 como citocininas, giberelinas y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial.



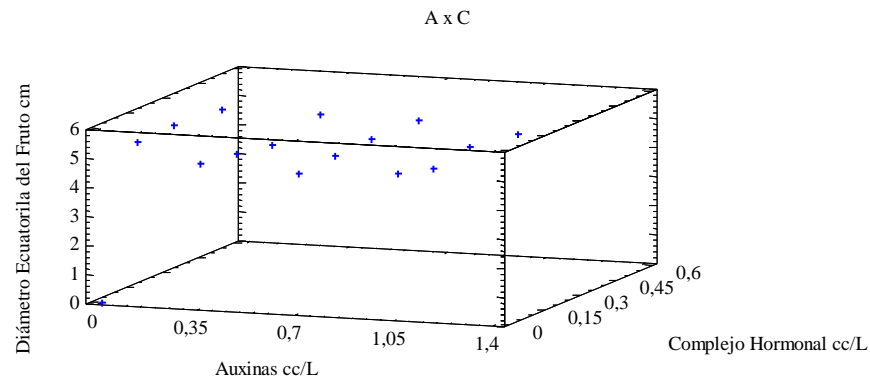
**Figura 34.** Superficie de respuesta para el peso de fruto (g).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el peso del fruto como indicador de la calidad del fruto, así como, las dosis y la etapa fenológica de aplicación interactúan, por tanto, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal y la etapa fenológica, en este caso, en interacción, el aporte del bioregulador del Factor 1 como las auxinas responsables de la inducción carpino-cárpica que es la inducción del desarrollo del fruto en forma y volumen, así mismo, la acción del ortofosfato que actúa sobre la calidad y desarrollo del fruto y la etapa fenológica del factor E (Fa, Fa + Fc) de aplicación, para obtener respuesta.

### Diámetro Ecuatorial del fruto

Si bien se obtuvo el mayor peso de fruto con el tratamiento convencional de los agricultores (2,4 D\_E 0.05 ccL<sup>-1</sup>), en la parte comercial se vería limitado al mercado nacional. Si se exporta, este diámetro sobrepasa el grado extra permitido de 5% de la referencia 5.10 cm; para la variedad híbrida (Naranjilla Híbrido Puyo), además de los efectos potenciales del mal

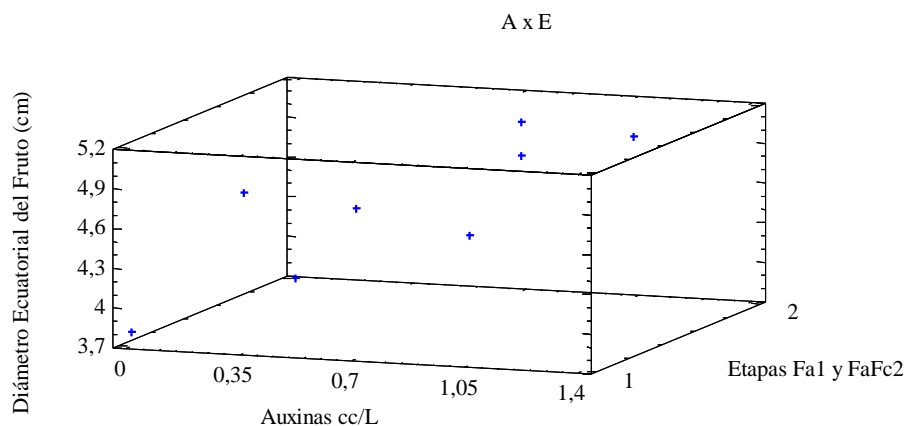
uso, como la inducción de fitomutaciones y efectos carcinógenos en humanos si el producto en su composición contiene dioxinas y furanos, las otras interacciones resultaron entre 4.52 – 5.31 cm de diámetro ecuatorial, que se encuentran dentro de las normas de calidad para comercialización y exportación; en esta variedad, por tanto comparte los mayores rangos de significación, por lo expuesto por *MAGAP - AGROCALIDAD. ec, 2014, Neumeister, 2014 e IRET. cr, 2004*, la tolerancia de calidad del fruto de naranjilla, se divide en tres grados, así para el grado extra; se admite hasta el 5 % en diámetro ecuatorial en los frutos de la referencia > 5,0 cm, para el grado II, se admite hasta el 10 % en diámetro ecuatorial en frutos de la referencia 5.0 – 4.5 cm, para el grado I igualmente 10 %; en diámetro ecuatorial de la referencia < 4.5 cm, para la variedad Naranjilla Híbrido Puyo. El herbicida sintético 2,4 – D, utilizado en varios cultivos como regulador de crecimiento, estudios han revelado que su mal uso puede incrementar los efectos adversos en la salud humana y el ambiente, por tanto, puede tener en su composición dioxinas y furanos que son carcinógenos humanos; disruptores endócrinos y pueden permanecer en el ambiente acumulándose en la cadena alimenticia. Existe también evidencia de que una concentración de dioxina puede multiplicarse bajo la luz solar.



**Figura 35.** Superficie de respuesta para el diámetro ecuatorial del fruto (cm)

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el diámetro ecuatorial del fruto como indicador de la calidad del fruto, por tanto, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte de auxinas y ortofosfato del Factor 1 en conjunto con el aporte de los bioreguladores del factor 2 como citocininas, giberelinas y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber

micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial.

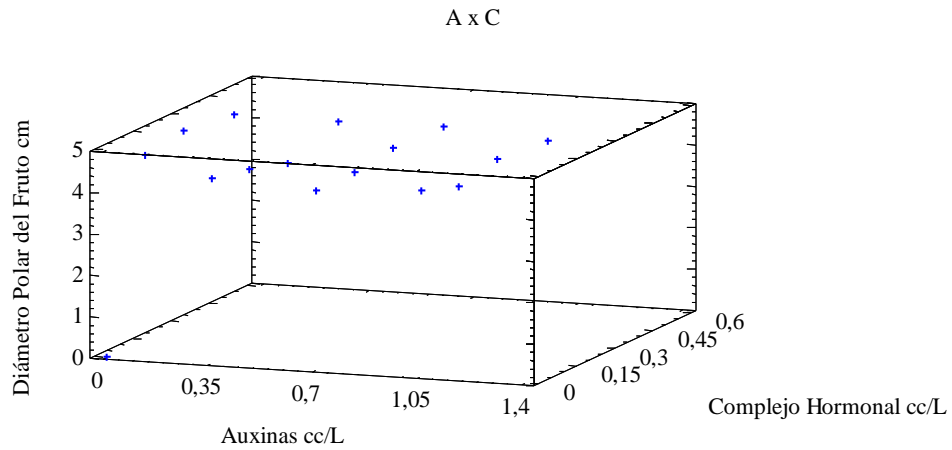


**Figura 36.** Superficie de respuesta para el diámetro ecuatorial del fruto (cm).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el diámetro ecuatorial del fruto como indicador de la calidad del fruto, así como, las dosis y la etapa fenológica de aplicación interactúan, por tanto, esto determina, la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, el aporte del bioregulador del Factor 1 como las auxinas responsables de la inducción carpino-cárpica que es la inducción del desarrollo del fruto en forma y volumen, así mismo, la acción del ortofosfato que actúa sobre la calidad y desarrollo del fruto y la etapa fenológica del factor E (Fa, Fa + Fc) de aplicación, para obtener respuesta.

### Diámetro Polar del Fruto

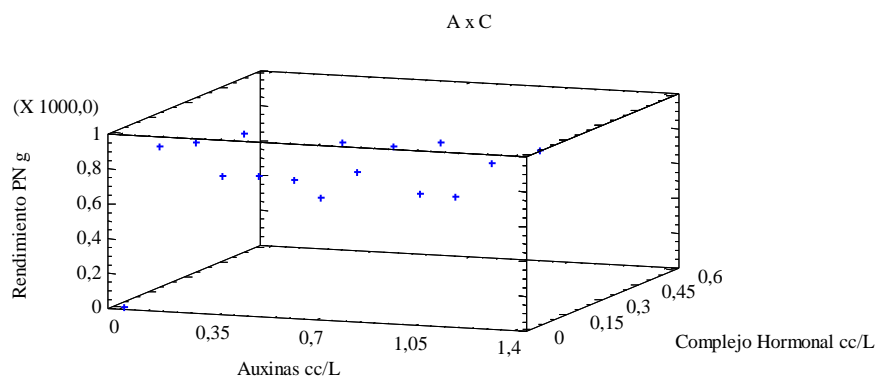
Si bien se obtuvo el mayor peso de fruto con el tratamiento convencional de los agricultores ( $2,4 \text{ D}_E 0,05 \text{ ccL}^{-1}$ ), en la parte comercial se vería limitado al mercado nacional. Si se exporta, este diámetro sobrepasa el grado extra permitido de 5% de la referencia 5,10 cm de diámetro ecuatorial y por correlación morfológica natural positiva del fruto afecta también al diámetro polar; para la variedad híbrida (Naranjilla Híbrido Puyo), además de los efectos potenciales del mal uso, como la inducción de fitomutaciones y efectos carcinógenos en humanos si el producto en su composición contiene dioxinas y furanos, las otras interacciones resultaron entre 3,96 – 4,81 cm de diámetro polar, que se encuentran dentro de las normas de calidad para comercialización y exportación; en esta variedad, por tanto comparte los mayores rangos de significación.



**Figura 37.** Superficie de respuesta para el diámetro polar del fruto (cm).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el diámetro polar del fruto como indicador de la calidad del fruto, por tanto, el aporte de auxinas y ortofosfato del Factor 1 en conjunto con el aporte de los bioreguladores del Factor 2 como citocininas, giberelinas y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial.

### Rendimiento de Parcela Neta



**Figura 38.** Superficie de respuesta para el rendimiento de parcela neta (g).

Podemos observar que la ausencia de los reguladores hormonales incide marcadamente en el rendimiento de los frutos. Esto determina la importancia que tiene el suplemento hormonal, en este caso, en interacción, por tanto, el aporte de auxinas y ortofosfato del Factor 1 en conjunto con el aporte de los bioreguladores del Factor 2 como citocininas, giberelinas

y auxinas; para el desarrollo y establecimiento del fruto, cianocobalamina; para el desarrollo del fruto como vitamina B12, nitrógeno ureico; que tiene acción facilitadora de abrir los estomas para absorber micronutrientes, por último los ácidos carboxílicos; que favorecen el desarrollo óptimo del fruto especialmente en las dimensiones del diámetro polar y ecuatorial; que inciden sobre el rendimiento.

### 4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

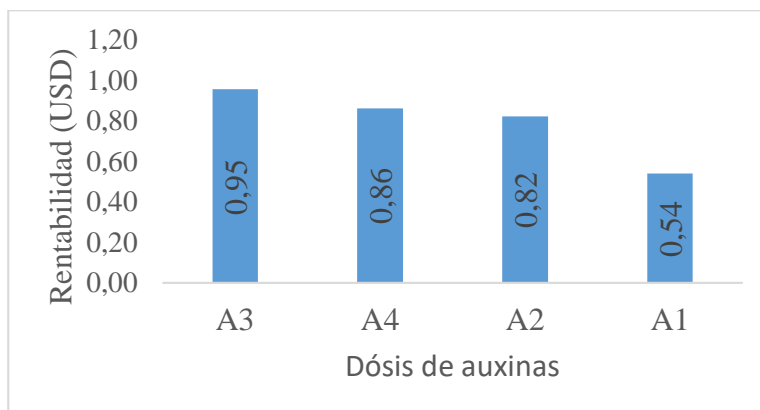
Se separó, examinó y evaluó cuantitativa como cualitativamente, las interrelaciones que resultaron entre los distintos tratamientos en la parte económica y la dinámica de los agentes económicos en los indicadores como la utilidad, tasa beneficio costo (B/C), así como, la rentabilidad; considerando la interacción tanto interna como externa que incidió en la investigación.

**Tabla 27.** Análisis económico de la investigación para el Factor 1.

<b>Factor 1 (A) Niveles</b>	<b>Producto Auxinas</b>	<b>Dosis ccl<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento gPlanta<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento gPN<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento KgPN<sup>-1</sup></b>
A1	A <sub>0</sub> ccl <sup>-1</sup>	0,00	578,47	5206,19	5,21
A2	A <sub>0,35</sub> ccl <sup>-1</sup>	0,35	687,44	6186,96	6,19
A3	A <sub>0,70</sub> ccl <sup>-1</sup>	0,70	741,13	6670,18	6,67
A4	A <sub>1,05</sub> ccl <sup>-1</sup>	1,05	709,30	6383,72	6,38

<b>Factor 1 (A) Niveles</b>	<b>Beneficio USD</b>	<b>Costo Fijo USD</b>	<b>Costo variable USD</b>	<b>Costo total USD</b>	<b>Utilidad USD</b>	<b>Tasa B / C</b>	<b>Rentabilidad USD*</b>
A1	6,46	4,19	0,00	4,19	2,26	1,54	0,54
A2	7,67	4,19	0,02	4,21	3,46	1,82	0,82
A3	8,27	4,19	0,04	4,23	4,04	1,95	0,95
A4	7,92	4,19	0,06	4,25	3,67	1,86	0,86

\*Rentabilidad (USD) por cada dólar invertido.



**Figura 39.** Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de las dosis utilizadas del Factor 1 (A).

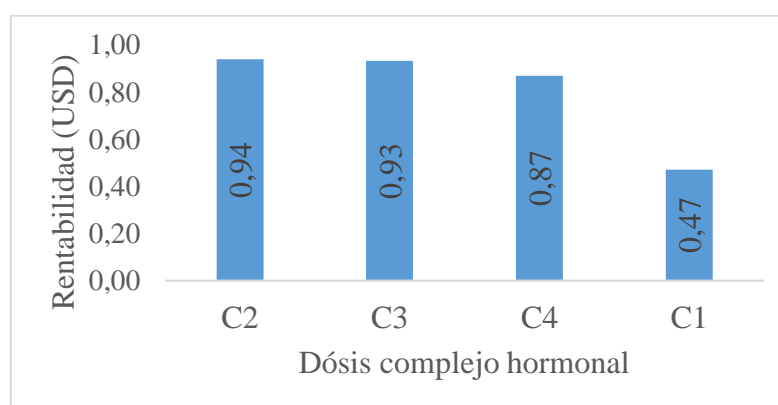
Se realizó el análisis económico para el Factor 1 (A), se consideró para el análisis la relación de las dosis de los productos utilizados, el rendimiento de parcela neta y los costos de la investigación. La dosis con la más alta rentabilidad, en relación al rendimiento de parcela neta ( $\text{g PN}^{-1}$ ), fue la dosis A3 con 0.95 USD, seguido del A4 con 0.86, el A2 con 0.82 USD y el A1 con 0.54 USD, se observa que todas las dosis del Factor 1 (A) tienen rentabilidad, por razones económicas de sostenibilidad y sustentabilidad de los procesos productivos, se escogería la de mayor rentabilidad.

**Tabla 28.** Análisis económico de la investigación para el factor 2 (C).

Factor 2 (C) Niveles	Producto Complejo hormonal	Dosis $\text{cc l}^{-1}$	Rendimiento $\text{g Planta}^{-1}$	Rendimiento $\text{g PN}^{-1}$	Rendimiento $\text{Kg PN}^{-1}$
C1	Ch0 $\text{cc l}^{-1}$	0,00	552,45	4972,05	4,97
C2	Ch0,15 $\text{cc l}^{-1}$	0,15	729,41	6564,67	6,56
C3	Ch0,30 $\text{cc l}^{-1}$	0,30	728,52	6556,69	6,56
C4	Ch0,50 $\text{cc l}^{-1}$	0,50	705,96	6353,63	6,35

Factor 2 (C) Niveles	Beneficio USD	Costo Fijo USD	Costo variable USD	Costo total USD	Utilidad USD	Tasa B / C	Rentabilidad USD*
C1	6,17	4,19	0,00	4,19	1,97	1,47	0,47
C2	8,14	4,19	0,01	4,20	3,94	1,94	0,94
C3	8,13	4,19	0,02	4,21	3,92	1,93	0,93
C4	7,88	4,19	0,03	4,22	3,66	1,87	0,87

\*Rentabilidad (USD) por cada dólar invertido.



**Figura 40.** Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de las dosis utilizadas del Factor 2 (C).

Se realizó el análisis económico para el Factor 2 (C), se consideró para el análisis la relación de las dosis de los productos utilizados, el rendimiento de parcela neta y los costos de la investigación. La dosis con la más alta rentabilidad en relación al rendimiento de parcela neta ( $\text{g PN}^{-1}$ ), fue la dosis C2 con 0.94 USD, seguido de C3 con 0.93 USD, el C4 con 0.87

USD y el C1 con 0.47 USD, se observa que todas las dosis del Factor 2 (C) tienen rentabilidad, por razones económicas de sostenibilidad y sustentabilidad de los procesos productivos, se escogería la de mayor rentabilidad.

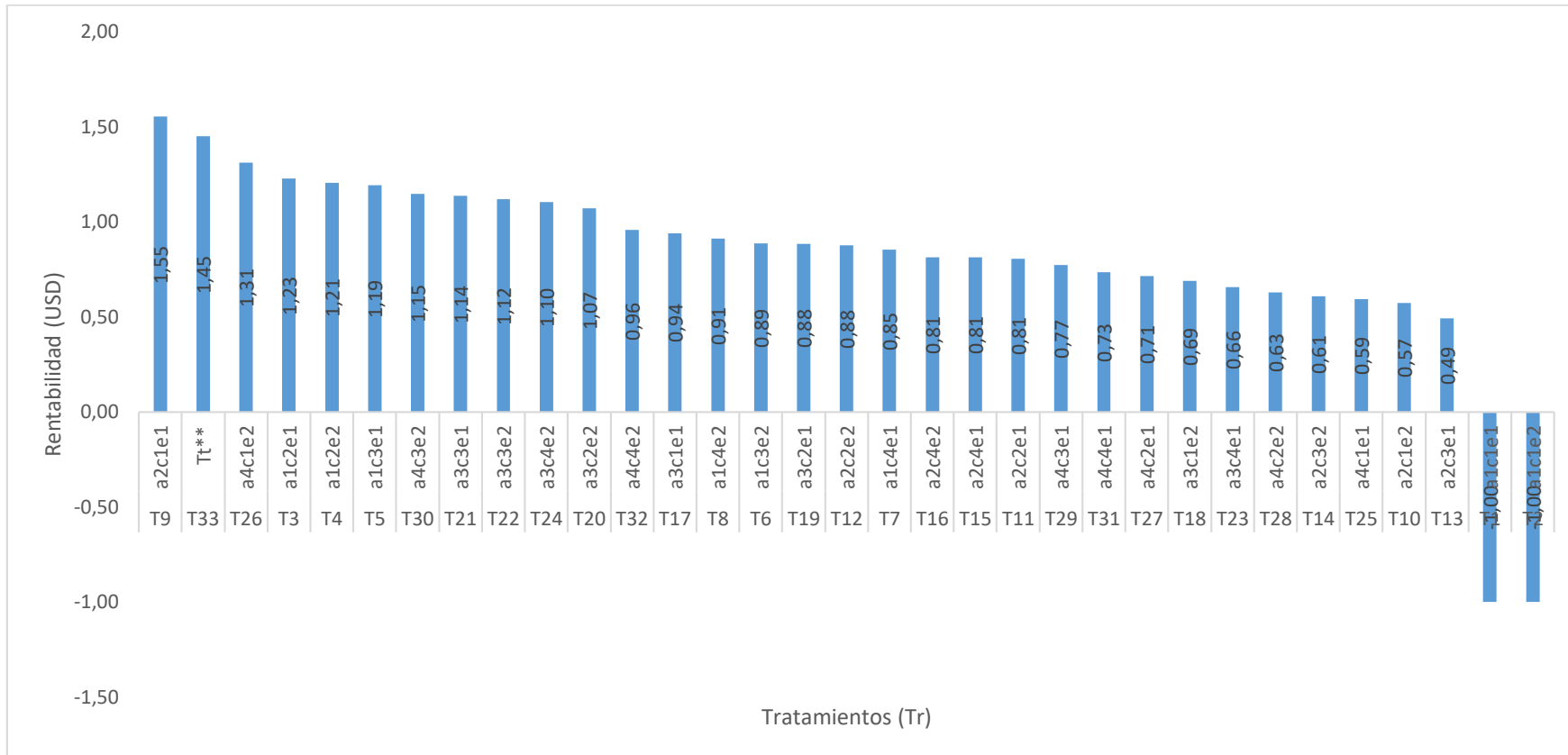
**Tabla 29.** Análisis económico de la investigación para la interacción del Factor 1 (A), Factor 2 (C) y Factor (E).

Tratamientos	Código	Tratamientos (Tr)	Dosis	Dosis	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento
			F (A)	F (C)			
			ccL <sup>-1</sup>	ccL <sup>-1</sup>	gPlanta <sup>-1</sup>	gPN <sup>-1</sup>	KgPN <sup>-1</sup>
T9	a2c1e1	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> Fa	0,35	0,00	963,48	8671,30	8,67
T33	Tt**	2,4D_EB <sub>0.05ccL-1</sub>	0,05	0,00	920,64	8285,75	8,29
T26	a4c1e2	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> FaFc	1,05	0,00	879,97	7919,75	7,92
T3	a1c2e1	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> Fa	0,00	0,15	838,03	7542,25	7,54
T4	a1c2e2	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> FaFc	0,00	0,15	829,88	7468,90	7,47
T5	a1c3e1	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> Fa	0,00	0,30	826,56	7439,05	7,44
T30	a4c3e2	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> FaFc	1,05	0,30	820,78	7387,05	7,39
T21	a3c3e1	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> Fa	0,70	0,30	812,88	7315,95	7,32
T22	a3c3e2	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> FaFc	0,70	0,30	806,02	7254,20	7,25
T24	a3c4e2	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> FaFc	0,70	0,50	802,29	7220,65	7,22
T20	a3c2e2	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> FaFc	0,70	0,15	785,87	7072,80	7,07
T32	a4c4e2	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> FaFc	1,05	0,50	750,07	6750,65	6,75
T17	a3c1e1	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> Fa	0,70	0,00	735,50	6619,50	6,62
T8	a1c4e2	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> FaFc	0,00	0,50	722,33	6500,95	6,50
T6	a1c3e2	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> FaFc	0,00	0,30	710,94	6398,50	6,40
T19	a3c2e1	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> Fa	0,70	0,15	715,14	6436,30	6,44
T12	a2c2e2	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> FaFc	0,35	0,15	708,93	6380,40	6,38
T7	a1c4e1	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> Fa	0,00	0,50	699,98	6299,85	6,30
T16	a2c4e2	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> FaFc	0,35	0,50	688,48	6196,30	6,20
T15	a2c4e1	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> Fa	0,35	0,50	688,36	6195,25	6,20
T11	a2c2e1	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> Fa	0,35	0,15	682,41	6141,70	6,14
T29	a4c3e1	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> Fa	1,05	0,30	676,96	6092,65	6,09
T31	a4c4e1	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> Fa	1,05	0,50	664,61	5981,50	5,98
T27	a4c2e1	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> Fa	1,05	0,15	653,58	5882,20	5,88
T18	a3c1e2	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> FaFc	0,70	0,00	639,79	5758,10	5,76
T23	a3c4e1	A <sub>0.70ccL-1</sub> Ch <sub>0.50ccL-1</sub> Fa	0,70	0,50	631,54	5683,90	5,68
T28	a4c2e2	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0.15ccL-1</sub> FaFc	1,05	0,15	621,42	5592,80	5,59
T14	a2c3e2	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> FaFc	0,35	0,30	609,34	5484,10	5,48
T25	a4c1e1	A <sub>1.05ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> Fa	1,05	0,00	607,02	5463,15	5,46
T10	a2c1e2	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> FaFc	0,35	0,00	593,84	5344,60	5,34
T13	a2c3e1	A <sub>0.35ccL-1</sub> Ch <sub>0.30ccL-1</sub> Fa	0,35	0,30	564,67	5082,00	5,08
T1	a1c1e1	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> Fa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	a1c1e2	A <sub>0ccL-1</sub> Ch <sub>0ccL-1</sub> FaFc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 29.** (Continuación). Análisis económico de la investigación para la interacción del Factor 1 (A), factor 2 (C) y factor 3 (E).

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio USD</b>	<b>Costo Fijo USD</b>	<b>Costo variable USD</b>	<b>Costo total USD</b>	<b>Utilidad USD</b>	<b>Tasa B / C</b>	<b>Rentabilidad USD*</b>
T9	10,75	4,19	0,02	4,21	6,54	2,55	1,55
T33	10,27	4,19	0,00	4,19	6,08	2,45	1,45
T26	9,82	4,19	0,06	4,25	5,57	2,31	1,31
T3	9,35	4,19	0,01	4,20	5,15	2,23	1,23
T4	9,26	4,19	0,01	4,20	5,06	2,21	1,21
T5	9,22	4,19	0,02	4,21	5,02	2,19	1,19
T30	9,16	4,19	0,07	4,27	4,89	2,15	1,15
T21	9,07	4,19	0,05	4,25	4,83	2,14	1,14
T22	9,00	4,19	0,05	4,25	4,75	2,12	1,12
T24	8,95	4,19	0,06	4,26	4,70	2,10	1,10
T20	8,77	4,19	0,05	4,24	4,53	2,07	1,07
T32	8,37	4,19	0,08	4,28	4,10	1,96	0,96
T17	8,21	4,19	0,04	4,23	3,98	1,94	0,94
T8	8,06	4,19	0,03	4,22	3,84	1,91	0,91
T6	7,93	4,19	0,02	4,21	3,73	1,89	0,89
T19	7,98	4,19	0,05	4,24	3,74	1,88	0,88
T12	7,91	4,19	0,03	4,22	3,69	1,88	0,88
T7	7,81	4,19	0,03	4,22	3,60	1,85	0,85
T16	7,68	4,19	0,04	4,24	3,45	1,81	0,81
T15	7,68	4,19	0,04	4,24	3,45	1,81	0,81
T11	7,62	4,19	0,03	4,22	3,40	1,81	0,81
T29	7,55	4,19	0,07	4,27	3,29	1,77	0,77
T31	7,42	4,19	0,08	4,28	3,14	1,73	0,73
T27	7,29	4,19	0,07	4,26	3,04	1,71	0,71
T18	7,14	4,19	0,04	4,23	2,91	1,69	0,69
T23	7,05	4,19	0,06	4,26	2,79	1,66	0,66
T28	6,94	4,19	0,07	4,26	2,68	1,63	0,63
T14	6,80	4,19	0,03	4,23	2,57	1,61	0,61
T25	6,77	4,19	0,06	4,25	2,52	1,59	0,59
T10	6,63	4,19	0,02	4,21	2,42	1,57	0,57
T13	6,30	4,19	0,03	4,23	2,08	1,49	0,49
T1	0,00	4,19	0,00	4,19	-4,19	0,00	-1,00
T2	0,00	4,19	0,00	4,19	-4,19	0,00	-1,00

*\*Rentabilidad (USD) por cada dólar invertido.*



**Figura 41.** Análisis económico de la investigación sobre la rentabilidad de la interacción del Factor 1 (A), factor 2 (C) y factor 3 (E),

Se realizó el análisis económico de la interacción del Factor 1 (A), el factor 2 (C) y el factor 3 (E); en los tratamientos (Tr), se consideró para el análisis la relación de las dosis de los productos utilizados, el rendimiento de parcela neta y los costos de la investigación. El tratamiento (Tr) con la más alta rentabilidad, en relación al rendimiento de parcela neta ( $g\text{ PN}^{-1}$ ), fue el T9 con 1.55 USD, seguido del testigo convencional T33 con 1.45 USD, los otros tratamientos su rentabilidad estaba entre 0.49 – 1.31 USD y por último los tratamientos T1 y T2 con -1.00 USD (rentabilidad negativa). Se observa que todos los tratamientos tienen rentabilidad, pero se destaca que el tratamiento T9 obtuvo la más alta rentabilidad, comparado con el testigo químico por tanto, la alternativa de manejo se centraría en la dosis de  $0.35\text{ ccl}^{-1}$  (T9) y en la etapa fenológica de flor abierta (Fa); para que se tenga el efecto positivo en el rendimiento y la rentabilidad sea potencialmente alta, entonces por razones económicas de sostenibilidad y sustentabilidad de los procesos productivos, se escogería esta alternativa.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Del análisis de los datos registrados en campo, las dosis adecuadas para las variables: porcentaje de fruto cuajado T13 (Auxinas 0,35 ccl -1 + Complejo hormonal 0,3 ccl -1 ) con 70,38 %, peso de fruto T9 (Auxinas 0,35 cc -1 ) con 85,73 g promedio por fruto, diámetro ecuatorial del fruto T9 (Auxinas 0,35 ccl -1 ) con 5,31 cm, diámetro polar del fruto T9 (Auxinas 0,35 ccl -1 ) con 4,81 cm, rendimiento de parcela neta T9 (Auxinas 0,35 ccl -1 ) con 963,48 g/PN-1, donde sobresalió la etapa fenológica de aplicación; Flor abierta (Fa).
- Del análisis de los datos registrados en campo, para la variable producción, el rendimiento de parcela neta (PN), el T9 (Auxinas 0,35 ccl -1 ) con 963.48 g/PN-1, así el Factor 1 (Auxinas) en la etapa flor abierta obtuvo el mayor rendimiento; siendo el mejor tratamiento.
- Del análisis de los datos registrados en campo, para la variable producción, el rendimiento de parcela neta (PN), el T9 (Auxinas 0,35 ccl -1 ) con 963.48 g/PN-1, así el Factor 1 (Auxinas) en la etapa flor abierta obtuvo el mayor rendimiento; siendo el mejor tratamiento.

### 5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar aplicaciones con dosis de (0,35 ccl-1 de auxinas) y épocas de aplicación adecuadas (flor abierta), porque se obtienen los mejores resultados en producción y calidad del fruto
- Continuar con la investigación de reguladores de crecimiento en diferentes cultivos tropicales para mejorar calidad de sus productos.
- Buscar nuevas alternativas que ayuden a mejorar la calidad del fruto de naranjilla, de esta manera dar al agricultor mayores ingresos con buenas producciones.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo , L. (2002). *Auxinas*. Chosica-Perú. Recuperado el 17 de 11 de 2017, de [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- Corpoica . (2002). *El cultivo de lulo* (Vol. 1º Edición). (C. C. CORPOICA, Ed.) Manizales.
- Díaz Montenegro, D. (2014). Hormonas Vegetales y Biorreguladores Para la Agricultura. *Hojas técnicas de Fertilab*, 4. México.
- Fiallos , J. (2000). *Naranjilla. INIAP-Palora. Variedad Interespecifico de alto rendimiento*. Morona Santiago: Boletín Divulgativo N°. 276.
- Figueiredo, A.; Almeida, F. A. C.; Dantas, B. F.; Figueiredo, R. M. C. (2013). Physiological maturity of pumpkin seeds produced in the region semiarid of Brazil. *VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas* (págs. 13 - 18). Madrid España: Sociedad Española de Agroingeniería Aglmg - Sociedad Española de Ciencias Hortícolas SECH - Asociación Portuguesa de Horticultura APH - Sección Especializada de Ingeniería Rural de la Sociedad de Ciencias Agrarias de Portugal SEER - SCAP.
- Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural de El Chical. (2014). *Programa de desarrollo rural del norte del Ecuador*. Tulcán, Carchi.
- Guamán, J. (2011). *Evaluación agronómica del cultivo de apio (Apium graveolens L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis*. Tumbaco - Ecuador. 141p.: Universidad Estatal de Bolívar - Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente - Escuela de Ingeniería Agronómica.
- Harikrishan, & Usha. (2007). *2,4-D*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de [http://www.rap-al.org/articulos\\_files/El\\_2,4-D.pdf](http://www.rap-al.org/articulos_files/El_2,4-D.pdf)
- ICA. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de lulo (Solanum quitoense Lam). Medidas para la temporada ivernal* . Bogota D.C, Colombia: Produmedios.

- IICA. (2007). *Cultivos de diversificación para pequeños productores de frijol y maíz en América Central. Naranja (Lulo) y Cocona*. Managua, Nicaragua .
- IRET. cr. (2004). *Manual de plaguicidas de Centroamérica*. San José - Costa Rica. 2p.: Universidad Nacional de Costa Rica UNCR - Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas (IRET). Obtenido de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/5-24-d>
- Jordán , M., & Casaretto, J. (2006). *Fisiología Vegetal*. La Serena- Chile : Universidad de La Serena .
- León, J. F., & Navarrete, J. L. (2014). Evaluación de reguladores orgánicos de crecimiento para el engrose del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). San Miguel de los Bancos. Pichincha. Quito: UCE.
- Latorre, F. (1992). *Fisiología Vegetal*. Quito- Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Levy, M. (09 de 2014). Determinación del potencial de sostenibilidad social, económico y ambiental de las Unidades Productivas Agropecuarias, en la Parroquia de El Chical; Cantón Tulcán; Provincia del Carchi. Quito.
- MAG. (2015). *Programa nacional de innovación tecnológica participativa y productividad agrícola (PITPPA)*. Recuperado el 13 de 02 de 2018, de <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/rdc2015/COORDINACIONES%20ZONALES/COORDINACION%20ZONAL%201/MEDIOS%20VERIFICACION/Peque%C3%B1os%20y%20mediano%20productores%20atendidos%20carchi.pdf>
- MAGAP - AGROCALIDAD. ec. (2014). *Buenas Prácticas Agrícolas para Naranja*. Quito - Ecuador. 62p.: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca MAGAP - Agencia cuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro.
- Navarrete Flores, J. L. (2014). *Evaluación de reguladores orgánicos de crecimiento para el engrose del fruto de naranjilla (Solanum quitoense Lam.)*. San Miguel de los Bancos- Pichincha. Quito.

- Ochoa, L., Balaguera, H., Ardila, G., Pinzón, E., & Álvarez, J. (2016). Crecimiento y desarrollo del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en el municipio de San Antonio del Tequendama (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*, 17(3): 347-359.
- Perez. (2017). *Auxinas síntesis y degradación*. Recuperado el 27 de 12 de 2017, de <https://grebilperez.files.wordpress.com/2017/10/auxinas.pdf>
- Pérez Martínez, C. (s.f.). *Ensayos de cuajado en diferentes especies hortícolas* . Recuperado el 21 de 12 de 2017, de <http://docplayer.es/26537943-Ensayos-de-cuajado-en-diferentes-especies-horticolos.html>
- Phyto Nutrimientos . (s.f.). *Phyto-Hormonal Plus*. México.
- Revelo, J., & Sandoval, P. (2003). *Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (Solanum quitoense Lam) en la región amazónica del Ecuador*, 108. Quito, Ecuador.
- Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León , J., & Gallegos , P. (2010). *Manual del cultivo ecológico de naranjilla. Manual técnico No.77.INIAP*. Quito-Ecuador.
- Silva, W., Gómez, P., Viera, W., Sotomayor, A., Viteri, P., & Ron, L. (2015, 07 14). Revista Científica Ecuatoriana. *Selección de líneas promisorias de naranjilla para mejorar la calidad de la fruta*, 3.
- Sosa , M. C. (2009). *Prospeccion de Enemigos Naturales del Barrenador del Fruto de la Naranjilla*. Quito , Ecuador .
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal* (Vol. 2). Universitat Jaume I.
- Varios. (2003). *Fitorreguladores*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_14.htm#La auxina](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_14.htm#La auxina)

- Vásquez Guaña, E. M. (2010). Respuesta del cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos, fertilizantes foliares sintéticos y 2,4-D Ester Butílico La Mana-Ecuador. Quito, Ecuador.
- Vásquez, W., Viteri, P., Martínez, A., Villares, M., Ayala, G., & Jácomo, R. (2011). Naranjilla. Tecnologías para mejorar la productividad y la calidad de la fruta. Plegable N° 275-1. Quito, Ecuador.
- Vivar, H. (1968). Algunos estudios citológicos y genéticos sobre la naranjilla (*Solanum quitoense* Lamark). *Tesis*. Turrialba, Costa Rica.
- Weaver, R. (1996). *Reguladores de Crecimiento de las plantas en la agricultura*. México: Trillas.
- Zambrano, A. (s.f.). Ecuador entre los primeros exportadores de frutas en América Latina. *El AGRO*, 1. Recuperado el 13 de 02 de 2018, de <http://www.revistaelagro.com/ecuador-entre-los-primeros-exportadores-de-frutas-en-america-latina/>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Presupuesto establecido del experimento

<b>Presupuesto del experimento establecido</b>					
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo U.</b>	<b>Costo T.</b>	
Arriendo del terreno	2227,5 m2	1	\$ 40,00	\$ 40,00	
Análisis de suelo	Unidad	1	\$ 39,00	\$ 39,00	
<b>Subtotal 1</b>					\$ 79,00
<b>Señalización del ensayo</b>					
Tablas	40 * 15 cm	99	\$ 0,54	\$ 53,46	
Estacas	1,5 m	99	\$ 0,30	\$ 29,70	
Brochas	Unidad	2	\$ 1,50	\$ 3,00	
Fibra	Cono	1	\$ 4,00	\$ 4,00	
Pintura verde	Gal.	1	\$ 10,00	\$ 10,00	
Pintura negra	1/8 Gal.	1	\$ 2,00	\$ 2,00	
Pinceles	Unidad	2	\$ 0,60	\$ 1,20	
Marcador	Unidad	1	\$ 0,60	\$ 0,60	
Clavos	Unidad	200	\$ 0,01	\$ 1,00	
Plástico blanco	m	1	\$ 1,75	\$ 1,75	
Plástico rojo	m	1	\$ 1,75	\$ 1,75	
Plástico negro	m	1	\$ 1,25	\$ 1,25	
Gasolina	L.	1	\$ 0,37	\$ 0,37	
Flexómetro	Unidad	1	\$ 3,00	\$ 3,00	
Mano de obra	Jornal	4	\$ 10,00	\$ 40,00	
Señalización de parcela	jornal	3	\$ 10,00	\$ 30,00	
<b>Subtotal 2</b>					\$ 183,08
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba Trimestral	Jornal	3	\$ 10,00	\$ 30,00	
Aplicación de agroquímicos	Jornal	2	\$ 10,00	\$ 20,00	
Papa siembra	kg	50	\$ 0,70	\$ 35,00	
Papa aporque	kg	50	\$ 0,55	\$ 27,50	
Nitrato de calcio	kg	25	\$ 0,70	\$ 17,50	
Mejorador de suelo	kg	50	\$ 0,46	\$ 23,00	
<b>Subtotal 3</b>					\$ 153,00
<b>Productos en estudio</b>					
Phyto hormonal plus (Citoquininas, Giberelinas, Auxinas, Cianocobalamina, Nitrógeno ureico, Ac. Carboxílico					
	CC.	100	\$ 0,05	\$ 5,00	
Flower tie (Auxinas, Ortofosfatos)	CC.	100	\$ 0,056	\$ 5,60	
<b>Subtotal 4</b>					\$ 10,60
<b>Fungicidas e insecticidas utilizados</b>					
Engeo (tiаметoxam + lambdacialotrina)	CC.	250	\$ 0,088	\$ 22,00	
Radiant ((Spinetoram)	CC.	100	\$ 0,16	\$ 16,00	
Quita lancha ((Spinetoram)	g	500	\$ 0,008	\$ 4,00	
Break Trut (Coadyuvante)	CC.	100	\$ 0,042	\$ 4,20	
Fiprogent (Fipronil)	CC.	250	\$ 0,05	\$ 12,50	
<b>Subtotal 5</b>					\$ 58,70
<b>Cosecha</b>					
Recolección de frutos	Jornal	3	\$ 10,00	\$ 30,00	
Talegas	Unidad	100	\$ 0,015	\$ 1,50	
Transporte	Carrera	1	\$ 6,00	\$ 6,00	
<b>Subtotal 6</b>					\$ 37,50
<b>Materiales y equipo</b>					
Atomizadores	L.	17	\$ 1,50	\$ 25,50	
Guantes	par	3	\$ 0,75	\$ 2,25	
Mascarilla	Unidad	3	\$ 0,25	\$ 0,75	
Jeringas dosificadoras	ml	6	\$ 0,30	\$ 1,80	
Calibrador Pie de rey	Unidad	1	\$ 35,00	\$ 35,00	
Balanza	Unidad	1	\$ 10,00	\$ 10,00	
Cámara digital	Unidad	1	\$ 180,00	\$ 180,00	

Libreta	Unidad	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Esfero	Unidad	1	\$ 0,25	\$ 0,25
<b>Subtotal 7</b>				\$ 256,55
<b>Gastos bibliográficos</b>				
Tinta de impresión	Cartuchos	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Gastos de internet	Mes	8	\$ 10,00	\$ 80,00
Papel de impresión	Resma	2	\$ 3,50	\$ 7,00
<b>Subtotal 8</b>				\$ 167,00
<b>Sub-Costo total</b>				\$ 945,43
<b>Imprevisto</b>				\$ 310,08
<b>Costo Total</b>				\$ 1.255,51

## Anexo 2. Costo de producción de naranjilla Ha/año

Actividad	Unidad	Valor U.	Periodo anual					
			Año 1		Año 2		Año 3	
			Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor
<b>Mano de obra</b>								
Preparacion del suelo	Jornal	\$ 10,00	10	\$ 100,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
Trazado y ahoyado	Jornal	\$ 10,00	5	\$ 50,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
Extraccion de estacas	Jornal	\$ 15,00	2	\$ 30,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
Siembra de estacas	Jornal	\$ 10,00	4	\$ 40,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
Fertilizacion	Jornal	\$ 10,00	2	\$ 20,00	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
Control de malezas	Jornal	\$ 10,00	15	\$ 150,00	10	\$ 100,00	10	\$ 100,00
Podas	Jornal	\$ 10,00	10	\$ 100,00	10	\$ 100,00	10	\$ 100,00
Control fitosanitario	Jornal	\$ 10,00	30	\$ 300,00	30	\$ 300,00	20	\$ 200,00
Cosecha	Jornal	\$ 10,00	20	\$ 200,00	30	\$ 300,00	25	\$ 250,00
Empacado	Jornal	\$ 10,00	5	\$ 50,00	15	\$ 150,00	10	\$ 100,00
<b>Subtotal 1</b>				\$ 1.040,00		\$ 950,00		\$ 750,00
<b>Insecticida</b>								
Engeo	L.	\$ 84,50	1	\$ 84,50	0	\$ 0,00	0	\$ 0
Cipermetrina 25%	L.	\$ 14,00	1	\$ 14,00	1	\$ 14,00	0	\$ 0
Avalon (abamectina)	L.	\$ 33,00	1	\$ 33,00	1	\$ 33,00	1	\$ 33
Radiant (Spinetoram)	L.	\$ 154,00	0	\$ 0,00	1	\$ 154,00	0,5	\$ 77
Nakar (Benfuracarb)	L.	\$ 28,90	1	\$ 28,90	0	\$ 0,00	0	\$ 0
<b>Fungicida</b>								
Cymoxanil + Mancozeb	500 g	\$ 4,00	4	\$ 16,00	6	\$ 24,00	3	\$ 12,00
Derozal (Carbendazim)	L.	\$ 14,00	2	\$ 28,00	3	\$ 42,00	0	\$ 0,00
Fungiral (Iprodione)	L.	\$ 25,00	1	\$ 25,00	1	\$ 25,00	1	\$ 25,00
Alfan (Procloraz)	L.	\$ 33,60	0	\$ 0,00	1	\$ 33,60	1	\$ 33,60
Methyl Thiophanato	L.	\$ 12,00	2	\$ 24,00	1	\$ 12,00	2	\$ 24,00
Propamocarb	L.	\$ 16,00	2	\$ 32,00	1	\$ 16,00	1	\$ 16,00
Daconil	L.	\$ 13,30	3	\$ 39,90	2	\$ 26,60	3	\$ 39,90
<b>Fertilizacion radicular y foliar</b>								
18-46-0 (DAP)	Qq	\$ 39,20	3	\$ 117,60	0	\$ 0,00	0	\$ 0,00
8-20-20 + micro elementos	Qq	\$ 35,00	0	\$ 0,00	2	\$ 70,00	1	\$ 35,00
Nitrato de calcio tecnico	Kg	\$ 18,00	1	\$ 18,00	0,5	\$ 9,00	1	\$ 18,00
Nitrato de potasio técnico	Kg	\$ 36,00	0	\$ 0,00	1	\$ 36,00	2	\$ 72,00
Mejorador de suelo	Qq	\$ 23,50	1	\$ 23,50	0,5	\$ 11,75	1	\$ 23,50
Nitrofoska	Qq	\$ 70,00	1	\$ 70,00	0,5	\$ 35,00	1	\$ 70,00
Dephos CaB	L.	\$ 11,50	2	\$ 23,00	6	\$ 69,00	0	\$ 0,00
Fosfi K	L.	\$ 11,50	5	\$ 57,50	1	\$ 11,50	1	\$ 11,50
Menorel de desarrollo	kg	\$ 2,90	5	\$ 14,50	2	\$ 5,80	0	\$ 0,00
Hormonagro	L.	\$ 28,00	3	\$ 84,00	2	\$ 56,00	1	\$ 28,00
<b>Coadyuvante</b>								
Indicate	L.	\$ 10,00	1	\$ 10,00	1	\$ 10,00	1	\$ 10,00
Break thru	L.	\$ 32,00	1	\$ 32,00	1	\$ 32,00	1	\$ 32,00
<b>Subtotal 2</b>				\$ 775,40		\$ 726,25		\$ 561
Asistencia tecnica	Mes	\$ 30,00	12	\$ 360,00	12	\$ 360,00	6	\$ 180,00
<b>Gastos directos</b>				\$ 2.175,40		\$ 2.036,25		\$ 1.491
Arriendo	Mes	\$ 15,00	12	\$ 180,00	12	\$ 180,00	12	\$ 180,00
Analisis de suelo	Unidad	\$ 39,00	1	\$ 39,00				
<b>Gastos indirectos</b>				\$ 219,00		\$ 180,00		\$ 180,00

Costo de producción por Ha	\$ 2.394,40	\$ 2.216,25	\$ 1.670,50
Imprevistos 10%	239,44	221,625	167,05
<b>Costo total por Ha</b>	<b>\$ 2.633,84</b>	<b>\$ 2.437,88</b>	<b>\$ 1.837,55</b>

**Anexo 3.** Flujo neto con precio normal de comercialización

<b>Flujo neto con precio normal de comercialización</b>				
<b>Rendimiento e ingresos</b>		<b>Periodo anual</b>		
<b>Actividad</b>		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Producción total</b>	<b>kg</b>	3600	35640	21600
<b>Ingresos</b>	<b>USD/ha</b>	0,70	2520	24948
<b>Egresos</b>		2633,8	2437,88	1837,55
<b>Flujo neto</b>		-113,8	22510,13	13282,45
<b>Rentabilidad ((I-E)/E)*100</b>		-4,322	923,3503	722,835

**Anexo 4.** Flujo neto con precio alto de comercialización

<b>Flujo neto con precio alto de comercialización</b>				
<b>Rendimiento e ingresos</b>		<b>Periodo anual</b>		
<b>Actividad</b>		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Producción total</b>	<b>kg</b>	3600	35640	21600
<b>Ingresos</b>	<b>USD/ha</b>	1,00	3600	35640
<b>Egresos</b>		2633,8	2437,88	1837,55
<b>Flujo neto</b>		966,16	33202,13	19762,45
<b>Rentabilidad ((I-E)/E)*100</b>		36,683	1361,929	1075,48

**Anexo 5.** Flujo neto con precio bajo de comercialización

<b>Flujo neto con precio bajo de comercialización</b>				
<b>Rendimiento e ingresos</b>		<b>Periodo anual</b>		
<b>Actividad</b>		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Producción total</b>	<b>kg</b>	3600	35640	21600
<b>Ingresos</b>	<b>USD/ha</b>	0,50	1800	17820
<b>Egresos</b>		2633,8	2437,88	1837,55
<b>Flujo neto</b>		-833,8	15382,13	8962,45
<b>Rentabilidad ((I-E)/E)*100</b>		-31,66	630,9645	487,739

**Anexo 6.** Productos que contienen reguladores de crecimiento Phyto hormonal plus y Flower Tie



**Anexo 7.** Señalización de parcelas



**Anexo 8.** Aplicación de los productos



**Anexo 9.** Formación de frutos



**Anexo 10.** Desarrollo de frutos



**Anexo 11.** Maduración de frutos



**Anexo 12.** Cosecha de los frutos

