

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“CONTROL DEL RAJADO ESTILAR EN TANGOR “H. MURCOTT” (*Citrus reticulata x sinensis*) MEDIANTE 2,4-D, ÁCIDO GIBERÉLICO Y NITRATO DE POTASIO”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMA

KELLY NAOMI TAIRA OSHIRO

LIMA - PERÚ

2021

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“CONTROL DEL RAJADO ESTILAR EN TANGOR “H. MURCOTT”
(*Citrus reticulata x sinensis*) MEDIANTE 2,4-D, ÁCIDO GIBERÉLICO Y
NITRATO DE POTASIO”**

KELLY NAOMI TAIRA OSHIRO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Óscar Oswaldo Loli Figueroa
PRESIDENTE

.....
Ing. Guillermo José Parodi Macedo
ASESOR

.....
Dr. Jorge Alberto Escobedo Álvarez
MIEMBRO

.....
Ing. José Alfredo Palacios Vallejo
MIEMBRO

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres: Carmen y Enrique, por brindarme su apoyo incondicional en todos los retos que me propongo, espero siempre ser el orgullo de ustedes. A mi hermana Chiemy, por ser mi guía y mi ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Guillermo Parodi por la confianza depositada en mí y por su dedicación en todo el proceso que la realización de una tesis conlleva.

A la empresa Agrícola Prolan S.A.C, por ser partícipes de la investigación, brindándome sus instalaciones y el apoyo económico requerido.

Al gerente agrícola, José Eduardo Saco Vértiz y al administrador José Tordoya por brindarme todo su apoyo, tanto académicamente como económicamente.

A Daniel, jefe de fundo y a Henry, jefe de sanidad, por guiarme en la investigación, aportando cada día sus conocimientos.

A Daniel Sirlupu, por su apoyo en todo lo que a estadística respecta.

A mis amistades: Amalia Bustamante, Natalí Acosta, Rosa Estrada, Jhoseline Ríos y Germán Berrocal, por ayudarme en la redacción y siempre motivarme para que logre culminar la tesis.

ÍNDICE GENERAL.

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA. | 3 |
| 2.1. ORIGEN Y GENERALIDADES DE LOS CÍTRICOS. | 3 |
| 2.2. TAXONOMÍA. | 3 |
| 2.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL. | 3 |
| 2.4. EL FRUTO. | 4 |
| 2.4.1. Características morfológicas. | 4 |
| 2.4.2. Fases de crecimiento del fruto. | 5 |
| 2.4.3. La forma del fruto. | 6 |
| 2.5. TANGOR ‘H. MURCOTT’ (<i>Citrus reticulata x sinensis</i> (L.) Osbeck). | 6 |
| 2.6. PATRÓN O PORTAINJERTO CITRUMELO (CPB-4475). | 7 |
| 2.7. RAJADO ESTILAR DEL FRUTO. | 8 |
| 2.7.1. Factores que causan el rajado estilar. | 8 |
| 2.7.2. Formas de reducción del rajado estilar del fruto. | 10 |
| III. MATERIALES Y METODOLOGÍA. | 18 |
| 3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO. | 18 |
| 3.1.1. Ubicación. | 18 |
| 3.2. MATERIALES. | 18 |
| 3.2.1. Materiales de campo. | 18 |
| 3.2.2. Materiales de laboratorio. | 19 |
| 3.2.3. Insumos. | 19 |
| 3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS. | 20 |
| 3.3.1. Selección y determinación de las unidades experimentales. | 20 |
| 3.3.2. Determinación de las dosis para cada producto. | 20 |
| 3.3.3. Calibración de la mochila. | 21 |
| 3.3.4. Preparación de los tratamientos. | 21 |
| 3.3.5. Aplicación de los tratamientos. | 21 |
| 3.4. CROQUIS EXPERIMENTAL. | 23 |
| 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. | 23 |
| 3.6. VARIABLES A EVALUAR. | 25 |
| 3.6.1. Evolución del crecimiento del fruto. | 25 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 3.6.2. | Proporción de frutos rajados..... | 25 |
| 3.6.3. | Estimación de la carga de frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²)..... | 26 |
| 3.6.4. | Determinación de parámetros postcosecha. | 27 |
| 3.6.5. | Determinación de sólidos solubles totales (SST)..... | 27 |
| 3.6.6. | Porcentaje de zumo. | 27 |
| 3.6.7. | Acidez titulable. | 27 |
| 3.6.8. | Estimación de la pérdida económica por efecto del rajado estilar. | 28 |
| 3.6.9. | Representación gráfica de las etapas que experimenta el fruto al rajarse estilarmente. | 29 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIONES. | 30 |
| 4.1. | PROPORCIÓN DE FRUTOS RAJADOS A NIVEL ESTILAR. | 30 |
| 4.2. | DIÁMETRO DEL FRUTO | 34 |
| 4.3. | ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE FRUTAL DEL ÁRBOL EN UN ÁREA CONOCIDA (50 cm ²) | 36 |
| 4.4. | PESO DEL FRUTO | 37 |
| 4.5. | PORCENTAJE DE ZUMO. | 38 |
| 4.6. | SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)..... | 40 |
| 4.7. | ACIDEZ..... | 41 |
| 4.8. | ÍNDICE DE MADUREZ..... | 42 |
| 4.9. | ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA POR EFECTO DEL RAJADO ESTILAR EN TONELADAS POR HECTÁREA..... | 43 |
| 4.10. | RENTABILIDAD DE LAS APLICACIONES PARA EL CONTROL DEL RAJADO ESTILAR EN UNA HECTÁREA DE MANDARINA ‘H. MURCOTT’..... | 44 |
| V. | CONCLUSIONES. | 46 |
| VI. | RECOMENDACIONES. | 47 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 48 |
| VIII. | ANEXOS. | 58 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Descripción de los tratamientos. | 22 |
| Tabla 2. Pérdida económica por efecto del rajado estilar (t/ha). | 43 |
| Tabla 3. Costos detallados de los productos aplicados en la investigación en comparación con la pérdida económica por efecto del rajado estilar..... | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo. | 23 |
| Figura 2. Metodología de evaluación de la variable diámetro de fruto. | 25 |
| Figura 3. Frutos rajados marcados y retirados del árbol. | 26 |
| Figura 4. Representación gráfica de la estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²). | 26 |
| Figura 5. Determinación de la acidez titulable con la base de NaOH. | 28 |
| Figura 6. Promedio de la proporción de frutos rajados del tangor ‘H. Murcott’ 31 | 31 |
| Figura 7. Diámetro promedio de los frutos del tangor ‘H. Murcott’ 34 | 34 |
| Figura 8. Promedio de la carga frutal del árbol en un área conocida de 50 cm ² en tangor ‘H. Murcott’ 36 | 36 |
| Figura 9. Promedio del peso de frutos del tangor ‘H. Murcott’ 38 | 38 |
| Figura 10. Promedio del porcentaje de zumo de frutos del tangor ‘H. Murcott’ 39 | 39 |
| Figura 11. Promedio de sólidos solubles totales de frutos del tangor ‘H. Murcott’ 40 | 40 |
| Figura 12. Promedio de la acidez de frutos del tangor ‘H. Murcott’ 41 | 41 |
| Figura 13. Promedio del índice de madurez de frutos del tangor ‘H. Murcott’ 42 | 42 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----------|
| Anexo 1. Ficha técnica de BioEcol Citri Flor ®..... | 58 |
| Anexo 2. Ficha técnica de GiberTab ®..... | 59 |
| Anexo 3. Ficha técnica de Nitrato de potasio ®..... | 60 |
| Anexo 4. Coeficiente de variabilidad para la variable proporción de frutos rajados sin transformación..... | 60 |
| Anexo 5. Cuadro resumen de la evolución de la proporción de frutos rajados con respecto al tiempo..... | 61 |
| Anexo 6. Supuesto de normalidad para la variable proporción de frutos rajados sin transformación (Test de Shapiro-Wilks)..... | 62 |
| Anexo 7. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable proporción de frutos rajados sin transformación..... | 62 |
| Anexo 8. Coeficiente de variabilidad para la variable proporción de frutos rajados con transformación..... | 62 |
| Anexo 9. Supuesto de normalidad para la variable proporción de frutos rajados (Test de Shapiro-Wilks) con transformación..... | 62 |
| Anexo 10. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable proporción de frutos rajados con transformación..... | 62 |
| Anexo 11. ANOVA para la variable proporción de frutos rajados con transformación..... | 63 |
| Anexo 12. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable proporción de frutos rajados..... | 63 |
| Anexo 13. Cuadro resumen de la evolución en el tiempo del diámetro del fruto (mm)..... | 64 |
| Anexo 14. Coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de fruto sin transformación..... | 65 |
| Anexo 15. Supuesto de normalidad para la variable diámetro de fruto sin transformación (Test de Shapiro-Wilks)..... | 65 |
| Anexo 16. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable diámetro del fruto sin transformación..... | 65 |
| Anexo 17. Coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de fruto con transformación (Lambda = -0.4)..... | 65 |
| Anexo 18. Supuesto de Normalidad para la variable diámetro de fruto con transformación (Test de Shapiro-Wilks) (Lambda = -0.4)..... | 65 |
| Anexo 19. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable diámetro del fruto con transformación (Lambda = -0.4)..... | 66 |
| Anexo 20. ANOVA para la variable diámetro del fruto con transformación (Lambda = -0.4)..... | 66 |

| | |
|--|-----------|
| Anexo 21. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable diámetro del fruto (Lambda = -0.4)..... | 67 |
| Anexo 22. Coeficiente de variabilidad para la variable conteo de frutos en 50 cm ² sin transformación..... | 67 |
| Anexo 23. Supuesto de normalidad para la variable conteo de frutos en 50 cm ² sin transformación (Test de Shapiro-Wilks)..... | 67 |
| Anexo 24. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable conteo de frutos en 50 cm ² sin transformación..... | 68 |
| Anexo 25. Coeficiente de variabilidad para la variable conteo de frutos en 50 cm ² con transformación..... | 68 |
| Anexo 26. Supuesto de normalidad para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²) con transformación (Test de Shapiro-Wilks)..... | 68 |
| Anexo 27. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²) con transformación. | 68 |
| Anexo 28. ANOVA para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²) con transformación..... | 69 |
| Anexo 29. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm ²). | 69 |
| Anexo 30. Coeficiente de variabilidad para la variable peso del fruto..... | 69 |
| Anexo 31. Supuesto de normalidad para la variable peso del fruto (Test de Shapiro-Wilks). . | 70 |
| Anexo 32. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable peso del fruto. | 70 |
| Anexo 33. ANOVA para la variable peso del fruto. | 70 |
| Anexo 34. Supuesto de normalidad para la variable porcentaje de zumo (Test de Shapiro-Wilks)..... | 70 |
| Anexo 35. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable porcentaje de zumo. | 70 |
| Anexo 36. ANOVA para la variable porcentaje de zumo. | 71 |
| Anexo 37. Coeficiente de variabilidad para la variable sólidos solubles totales. | 71 |
| Anexo 38. Supuesto de normalidad para la variable sólidos solubles totales (Test de | 71 |
| Anexo 39. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable sólidos solubles totales. | 71 |
| Anexo 40. ANOVA para la variable sólidos solubles totales. | 71 |
| Anexo 41. Coeficiente de variabilidad para la variable acidez..... | 72 |
| Anexo 42. Supuesto de normalidad para la variable acidez (Test de..... | 72 |
| Anexo 43. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable acidez. | 72 |
| Anexo 44. ANOVA para la variable acidez | 72 |
| Anexo 45. Coeficiente de variabilidad para la variable índice de madurez..... | 72 |
| Anexo 46. Supuesto de normalidad para la variable índice de madurez (Test de..... | 73 |
| Anexo 47. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable índice de madurez | 73 |

| | |
|---|-----------|
| Anexo 48. ANOVA para la variable índice de madurez | 73 |
| Anexo 49. Costo detallado de los productos aplicados. | 74 |
| Anexo 50. Costo detallado de las aplicaciones. | 75 |
| Anexo 51. Ciclo del rajado estilar..... | 76 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad la reducción del número de frutos con rajado estilar por árbol mediante la aplicación de una auxina sintética (2,4-D), ácido giberélico (AG₃) y un fertilizante foliar, nitrato de potasio (KNO₃). Las aplicaciones fueron realizadas 23 y/o 65 días después del fin de la caída fisiológica (ddcf). El experimento se realizó en el fundo San Antonio ubicado en el distrito de Vista Alegre, ciudad de Nazca, provincia de Ica, Perú. Se eligió el lote 19 que cuenta con 606 árboles/ha de tangores de la var. H. Murcott instaladas sobre el patrón del cv. Citrumelo de 5 años de edad. Los resultados mostraron que las pulverizaciones de 2,4-D y AG₃ en cualquier dosis, aplicadas a los 23 y/o 65 (ddcf) logran la reducción de la proporción de frutos rajados por árbol. Con respecto al diámetro del fruto las dosis más elevadas de 2,4-D (30ppm) y AG₃ (20 ppm) lograron un incremento significativo. Cabe resaltar que para esta variable los tratamientos que recibieron las aplicaciones 23 y 65 ddcf presentaron una reducción en su crecimiento. Los tratamientos no afectaron las características internas del fruto: porcentaje de zumo, brix, acidez e índice de madurez, pero si el peso final. El análisis costo beneficio nos permite afirmar que cualquiera de los tratamientos en los que se hizo uso del 2,4-D y AG₃ resulta económicamente más rentable.

Palabras claves: Cítricos, desorden fisiológico, partidura estilar, regulador de crecimiento, nutrición foliar.

ABSTRACT

The present investigation was intended to reduce the amount of splitted fruits per tree by applying a synthetic auxin (2,4-D), gibberellic acid (AG₃) and a foliar fertilizer, potassium nitrite (KNO₃). The applyments were done 23 and/or 65 days after the end of physiological fruit drop (dapfd). The experiment was done in the country state of San Antonio placed in Vista Alegre district, city of Nazca, Ica province, Peru. The set 19 was chosen which counts with 606 trees/ha of tangors of the var. H. Murcott installed over the 5-year-old rootstock of cv. Citrumelo. The results demonstrate that pulverizations of 2,4-D y AG₃ in any dose, applied at 23 and/or 65 (dapfd) achieve the reduction in the proportion of splitted fruits. Respecting of fruit diameter, the highest dose of 2,4-D (30ppm) and AG₃ (20ppm) made a significative increase. It should be noted for this variable the treatments receiving applyments 23 and 65 dapfd present a reduction on the diameter growth of the fruit. Treatments did not affect the internal characteristics of the fruit: percentage of juice, brix, acidity and maturity index. However, these had a major effect in the final weight. The cost benefit analysis allows us to affirm that any of the treatments in which 2,4-D and AG were used is economically more profitable.

Key words: Citrus, physiological disorder, splitting, growth regulator, foliar nutrition.

I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos se cultivan desde hace 4 000 años. Actualmente son más de 100 países los que se dedican a su producción ocupando un área aproximada de 9 millones de hectáreas. La producción mundial de mandarinas oscila entre 28 y 30 millones de toneladas anuales. Nuestro país está en la capacidad de ofrecer variedades de mandarinas e híbridos de la mejor calidad en cualquier época del año, por lo que existe un potencial para convertirse en uno de los principales abastecedores mundiales de esta preciada fruta (Acevedo, 2016).

El concepto de calidad abarca características externas e internas y difiere según la variedad. Para el caso de las mandarinas e híbridos, la tendencia de los mercados es demandar frutos sin o con pocas semillas, de fácil pelado y de buen sabor, características que cumple uno de los cultivares tardíos más importantes a nivel mundial, el tangor ‘H. Murcott’ (*Citrus reticulata x sinensis* (L.) Osbeck) (Barry, citado por Fasiolo y Rey, 2013).

Los frutos de las mandarinas frecuentemente están sujetos a problemas de diferente naturaleza, que afectan su calidad de manera irrecuperable. Estos se pueden generalizar bajo la denominación de desórdenes o alteraciones fisiológicas que evolucionan hasta alterar gravemente su desarrollo (Cautín et al. 2017) y son respuesta a un ambiente adverso y/o a deficiencias nutricionales durante el crecimiento y desarrollo del fruto. De este término se excluyen las alteraciones originadas por plagas o patógenos (Agustí, 2003).

El rajado estilar es uno de los más importantes y ocurre previo a la cosecha en los híbridos de mandarina ‘Nova’, ‘Murcott’ y ‘Ellendale’ (Almela et al., Barry y Bower, García-Luis et al., citado por Mesejo et al. 2016). Es ampliamente aceptado que el rajado estilar del fruto es causado por el crecimiento no ajustado entre el exocarpo y el endocarpo, lo que provoca pequeñas grietas en el extremo del fruto, que más adelante se desarrollan como fisuras longitudinales que progresan hacia la región ecuatorial (Verner, 1935). El fruto afectado generalmente cae en una etapa temprana (Duarte et al. 2001), causando pérdidas en el rendimiento. La frecuencia del rajado estilar varía en años y ubicaciones geográficas (Spiegel-

Roy y Goldschmidt, citado por Zur et al. 2017), destacando su incidencia en regiones húmedas de producción subtropical (Cohen et al., citado por Rabe y Van Rensburg, 1996).

Investigaciones exitosas sobre el control se enfocaron en las aplicaciones foliares de nutrientes minerales como el potasio y/o reguladores del crecimiento de las plantas como: el ácido giberélico (AG₃) y la auxina sintética, ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) durante las etapas iniciales del desarrollo del fruto (Greenberg et al., Mupambi y Verreyne, citado por Stander et al. 2012).

Las pérdidas promedio anuales de rendimiento causadas por el rajado estilar del fruto son de hasta 30 % (Rabe et al., Barry y Bower, citado por Cronjé et al. 2013).

Cabe resaltar que las investigaciones realizadas sobre el rajado estilar a nivel mundial son escasas y para nuestras condiciones, no se ha reportado estudio alguno.

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar las dosis y momentos adecuados de aplicación de dos reguladores de crecimiento (ácido giberélico y 2,4-D) y un fertilizante foliar (nitrato de potasio) para el control del rajado estilar en el tangor ‘H. Murcott’ (*Citrus reticulata x sinensis* (L.) Osbeck).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN Y GENERALIDADES DE LOS CÍTRICOS.

Su origen se localiza en Asia oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. El cultivo se extiende en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44 ° N y 41 ° S (Agustí, citado por Reyes, 2012).

2.2. TAXONOMÍA.

Las mandarinas y tangerinas pertenecen a la clase de las Dicotiledóneas, subdivisión Angiospermas, división Traqueófitos, orden Geraniales, suborden Geranineas, familia Rutáceae, subfamilia Aurantioideas, tribu Citreae, subtribu Citrinae y género Citrus. Este género se divide en dos subgéneros: el Papeda que incluye 6 especies no cultivadas y el subgénero Citrus que tiene 10 especies, de las cuales 8 son cultivadas, entre éstas se encuentra *Citrus reticulata* Blanco, que engloba a los cítricos de piel suelta como la mandarina y la tangerina (Charles, citado por Acevedo, 2016).

2.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL.

El primer país productor a nivel mundial de frutos cítricos frescos (en miles de toneladas) es China (33.300) seguido de Brasil (17.340), México (7.620), España (6.357) y E.E.U.U (5.687); de toda la producción mundial el 53 % lo ocupa la naranja, 31 % la mandarina, 9 % el limón y 7 % el pomelo (Federcitrus, 2018).

Se pronostica para los próximos años un aumento de 1,5 millones de toneladas con picos de 31,4 millones, destacando la producción de China que se incrementará a 800,000 toneladas (USDA, 2019).

En el Perú los principales departamentos productores de mandarina son: Arequipa (59.17 t/has), Ica (49.68 t/has), Lima (32.11 t/has) y Junín (15.23 t/has), es importante mencionar que la producción de mandarinas a nivel nacional fue 503.220 t (MINAGRI, 2019).

Actualmente, el Perú se ubica entre los principales países productores de mandarina en el hemisferio sur, gracias a que las cosechas que se realizan entre febrero y septiembre, permiten la comercialización de esta fruta en los meses donde el hemisferio norte no cuenta con mandarina (Gallegos et al. 2017).

2.4. EL FRUTO.

2.4.1. Características morfológicas.

El fruto de los cítricos es una baya típica llamada hesperidio del cual se pueden distinguir las siguientes partes (González-Sicilia y Schneider, 1968):

- Exocarpo o flavedo: es la región más externa y constituye la parte visible de la corteza, formada por células epidérmicas de color verde cuando el fruto es inmaduro y anaranjado o amarillo según la especie y variedad en la madurez.
- Mesocarpo o albedo: es la región situada debajo del exocarpo, formado por un tejido blanco y esponjoso de células parenquimáticas. El exocarpo y mesocarpo constituyen la corteza del fruto propiamente dicha.
- Endocarpo: es la región más interna y está constituida por los lóculos o gajos que contienen las vesículas de zumo, las cuales están formadas por un cuerpo de células completamente vacuolizadas y un pedúnculo que las mantiene unidas a la epidermis dorsal de los carpelos.

2.4.2. Fases de crecimiento del fruto.

En los cítricos, el desarrollo del fruto sigue una curva sigmoideal, desde la antesis hasta la maduración (Davies y Albrigo, 1994), caracterizada por tres periodos bien diferenciados conocidos también como fases (Agustí, 2003).

- **Fase I o periodo de crecimiento exponencial.**

Es un intervalo que consta de aproximadamente dos meses (Mehouachi et al. 1995) desde la antesis hasta el final de la caída fisiológica del fruto y se caracteriza por el crecimiento del mesocarpo externo, que está compuesto por células pequeñas, poco vacuoladas, con paredes delgadas y abundante citoplasma y mesocarpo interno, compuesto de células de mayor diámetro, con paredes que se van engrosando hacia el final de la fase. Además, hay un aumento en el volumen del endocarpo debido principalmente a la división celular en los septos y en las paredes tangenciales de los lóculos (García-Luis et al. 1994).

- **Fase II o periodo de crecimiento lineal.**

Este periodo se prolonga durante varios meses, desde el final de la caída fisiológica del fruto hasta poco antes de su cambio de color. Su duración depende de la variedad: tempranas (2 meses) y tardías (5-6 meses) (González-Sicilia y Schneider, 1968).

Se caracteriza por una expansión marcada de los tejidos, ya que cesa la actividad meristemática de las vesículas en el endocarpo y sus células se vuelven altamente vacuoladas, las cuales alcanzan su máxima longitud y volumen, acompañada con la formación de grandes espacios intercelulares en el mesocarpo, que le confieren una consistencia esponjosa (Burns et al. 1992). En esta fase el aumento de tamaño se debe principalmente al desarrollo de los lóculos, en cuyo interior las vesículas de zumo llegan a alcanzar su máxima longitud (Farooq et al., citado por Ferrer et al. 2017).

- **Fase III o periodo de maduración.**

La tercera etapa comienza con el desarrollo de fenómenos asociados con la madurez del fruto, mientras que la tasa de crecimiento disminuye drásticamente, la pigmentación de la corteza es consecuencia de la degradación enzimática de las clorofilas del flavedo y de la síntesis de carotenoides. Ambos procesos coinciden normalmente con la maduración interna (Bain, citado por Stander et al. 2014).

2.4.3. La forma del fruto.

La forma del fruto se basa en la relación del diámetro y la longitud (D/L), los que poseen menor diámetro con respecto a su longitud se denominan globosos y para el caso inverso oblato. Durante el período de crecimiento máximo (fase II), el fruto modifica su forma de globoso a oblato (García-Luis et al. 1994) y la presión ejercida por la pulpa obliga a la cáscara a encerrar su volumen en expansión (Bain, 1958). El aumento en la relación D / L del fruto está acompañado por un incremento de la tensión interna ejercida sobre los polos; es decir, el extremo del cáliz y el extremo del estilo (Stander 2013).

2.5. TANGOR ‘H. MURCOTT’ (*Citrus reticulata x sinensis* (L.) Osbeck).

El híbrido de maduración tardía ‘H. Murcott’ también conocido como ‘Murcott Honey Orange’, ‘Big Red’ o ‘Honey Bell’ tiene su origen mediante el cruzamiento entre una mandarina y una naranja, lo que denominamos ‘tangor’ (del inglés ‘tang’ de tangerine y ‘or’ de orange) (Futch y Jackson, 2003).

El fruto del tangor ‘H. Murcott’ es de tamaño mediano y firme, de forma oblata a subglobosa, ligeramente estriado y tanto la base como el ápice son aplanados o ligeramente deprimidos (FAO, 2016); el diámetro del fruto en promedio oscila entre 63.5 mm a 76.2 mm; el color del exocarpo es anaranjado y de textura lisa, el cual se puede retirar a mano pero es más difícil que una mandarina común; la pulpa es de color anaranjado intenso y en su interior contiene de 18-24 semillas pequeñas y blancas; la concentración de sólidos solubles es alta (Futch y Jackson, 2003).

Presenta características óptimas para el almacenaje por lo que posee gran demanda como fruto fresco, más no es deseable para jugos, enlatados, concentrados y congelados debido a su pobre sabor procesado (Luaces et al. 2014).

El árbol es de vigor medio con ramas largas; hojas medianamente pequeñas, lanceoladas y puntiagudas. El fruto se localiza principalmente en la parte terminal de las ramas; por lo tanto, se expone a daños por viento, heladas y quemaduras solares (Reuther et al. 1973).

2.6. PATRÓN O PORTAINJERTO CITRUMELO (CPB-4475).

Los portainjertos o patrones determinan el rendimiento hortícola al afectar el crecimiento del árbol, la calidad de los frutos, las relaciones hídricas y los requerimientos de nutrientes (Quaggio et al. 2004).

Anteriormente, la principal elección del portainjerto era el naranjo agri dulce porque ofrecía muchos rasgos hortícolas deseables, además de estar bien adaptado a todos los suelos. Sin embargo, su susceptibilidad al virus de la tristeza de los cítricos eliminó su uso en nuevas plantaciones (Stover y Castle citado por Orduz-Rodríguez, 2009). Como resultado, los portainjertos de Citrumelo se plantaron ampliamente en lugar del naranjo agrio (Fumiko et al. 2013).

Citrumelo Swingle conocido también como CPB 4475, es un portainjerto ampliamente usado, especialmente en E.E.U.U. (Florida), Sudáfrica, España y en la ribera del Mediterráneo, corresponde a un híbrido intergenérico obtenido por Walter S. Swingle en Eustis, Florida en 1907, entre pomelo (*Citrus paradisi* Macf.) y naranjo trifoliado (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) (Agustí, 2003).

Este portainjerto es resistente a la asfixia radicular, tolera al virus de la tristeza, a *Phytophthora parasítica* y es moderadamente tolerante a las sales. Brinda al injerto uniformidad y vigor con un extenso sistema radicular (Forner, 2002). El Citrumelo Swingle se reproduce asexualmente por semillas que son 85 – 95 % poliembriónicas (Hutchison, 1965).

2.7. RAJADO ESTILAR DEL FRUTO.

Los desórdenes fisiológicos son alteraciones que ocurren en los tejidos del fruto y se pueden generar en respuesta a un ambiente adverso y/o a deficiencias nutricionales durante el crecimiento y desarrollo del fruto. De este término se excluyen las alteraciones originadas por plagas o patógenos (Agustí, 2003).

Es ampliamente aceptado que la rajadura estilar de los frutos cítricos es causado por el crecimiento no ajustado entre el exocarpo y el endocarpo. Durante la segunda fase del desarrollo del fruto, el espesor de la cáscara (corteza) generalmente se reduce, mientras que el volumen de la pulpa aumenta (Spiegel-Roy y Goldschmidt, citado por Zur et al. 2017). Aunque el mesocarpo puede aliviar temporariamente la presión de la pulpa debido a su esponjosidad, el exocarpo es más rígido (Kaufman, citado por Mesejo et al. 2016) y eventualmente conduce a la formación de microgrietas en el flavedo, lo que inicia el rajado estilar del fruto (Cronjé et al. 2013). Considine y Brown (1981) demostraron que la tensión que se ejerce en las regiones polares del pericarpo es máxima, genera una corteza más fina, que más adelante ocasiona una cicatriz de abscisión en el área estilar, dando inicio al rajado estilar de los cítricos.

Se han descrito diferentes patrones para el desarrollo de esta alteración que generalmente comienza como pequeñas grietas en el extremo del fruto, que más adelante se desarrolla como fisuras longitudinales que progresan hacia la región ecuatorial (su tamaño varía desde divisiones delgadas, de unos pocos milímetros de largo, hasta divisiones amplias de aproximadamente 60 mm (Verner, 1935). La fruta afectada generalmente cae en una etapa temprana (Duarte et al. 2001). El rajado estilar de la fruta comienza al final del verano y dura aproximadamente 3 meses (Rabe y Van Rensburg, 1996).

2.7.1. Factores que causan el rajado estilar.

Los factores causales más importantes incluyen deficientes prácticas de manejo agronómico como : la nutrición insuficiente, específicamente de calcio (Ca) y potasio (K) (Bar-Akiva, De Cicco et al., Erickson, citado por Stander et al. 2014), la excesiva carga frutal (Barry y Bower, 1997), el suministro irregular de agua y las condiciones ambientales adversas (De Cicco et al., citado por Stander et al. 2014).

a) Prácticas de manejo agronómico.

▪ Nutrición mineral.

Los desequilibrios nutricionales en potasio (K), calcio (Ca) y fósforo (P) pueden contribuir a que la corteza sea delgada y débil, lo que aumenta indirectamente la probabilidad del rajado estilar de frutos (Bar-Akiva; Borroto et al.; Almela et al.; Morgan et al., citado por Cronjé et al. 2013).

▪ Riego.

El rajado estilar de los frutos es una consecuencia de la presión causada por la expansión de la pulpa (Goldschmidt y Galil; García-Luis et al., citado por Cronjé et al. 2013); por lo tanto, cualquier factor que conduzca a la expansión drástica o excesiva de la pulpa podría aumentar la incidencia y la gravedad del rajado. La absorción excesiva o escasa de agua durante las etapas II y III del desarrollo del fruto podría ejercer una presión indebida sobre la corteza en desarrollo y conducir a su posterior rajado (Goldschmidt y Galili, 1992).

▪ Carga frutal.

La severidad del rajado estilar del fruto depende en gran medida del número de flores, del porcentaje de producción de frutos (Rabe y Van Rensburg, 1996) así como de la carga final del cultivo. Un alto porcentaje de frutos rajados a nivel estilar, se produjo en árboles con carga frutal muy alta (Gilfillan y Stevenson, citado por Cronjé et al. 2013).

b) Condiciones ambientales.

▪ Temperatura.

Barry y Bower, citado por Cronjé et al. (2013) informaron que el rajado estilar del fruto de mandarina 'Nova' prevalece menos en regiones de producción más frías, con lo cual estuvo de acuerdo Coit (1915). Reuther et al., citado por Cronjé et al. (2013) encontraron que la naranja 'Valencia' expuesta a un clima más cálido durante el período de rápido crecimiento desarrolló una corteza más delgada y por lo tanto,

experimentó niveles más altos de rajado (Cohen et al., citado por Rabe y Van Rensburg, 1996).

c) Componente genético.

Las variedades con cortezas genéticamente delgadas, especialmente las mandarinas e híbridos como: ‘Ellendale’, ‘Murcott’, ‘Nova’ y ‘Shogun’, son potencialmente más susceptibles a rajarse que los cultivares con cáscaras más gruesas (Sdoodee y Chiarawipa, citado por Cronjé et al. 2013).

2.7.2. Formas de reducción del rajado estilar del fruto.

Los productores de cítricos han adoptado estrategias para minimizar las pérdidas debido al rajado estilar del fruto. La mayoría de las investigaciones exitosas sobre el control del rajado estilar se han enfocado en aplicaciones foliares de nutrientes minerales como el potasio y/o reguladores del crecimiento de las plantas como: el ácido giberélico (AG₃) y la auxina sintética, ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) durante las etapas iniciales del desarrollo del fruto (Greenberg et al., Mupambi y Verreyne, citado por Stander et al. 2012).

a) Reguladores de crecimiento.

Una hormona vegetal es una señal química producida en una parte de la planta que luego es transportada a través de los haces vasculares, desencadenando una respuesta y regulando diversos estímulos bióticos y abióticos. Los reguladores del crecimiento de las plantas (RCP) son análogos sintéticos de las hormonas vegetales naturales, que se han utilizado con éxito en la agricultura durante décadas. Hay cinco principales grupos de RCP: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno (Vashisth et al. 2018).

Para que sean efectivos los RCP deben ser absorbidos por el tejido de las plantas. Una buena cobertura en la pulverización es esencial; así como también, condiciones climáticas favorables. Se debe tener en cuenta factores tales como: el tamaño del árbol, la densidad de la copa, la ubicación del fruto y el tipo de equipo de pulverización (Lovatt citado por Bons et al. 2015).

- **Auxina.**

Esta hormona controla muchos aspectos del desarrollo del fruto incluidos el cuajado, el crecimiento, la maduración y la abscisión (Pattison et al. 2014).

La auxina generalmente se transporta por dos vías. La primera es a lo largo de la planta, la cual permite el transporte fuera de los tejidos de origen (hojas jóvenes y flores) por un flujo masivo no regulado en el floema maduro y la segunda mediante un transporte direccional de célula a célula; que consecuentemente, es más lento y está regulado por un transportador (Goldsmith, citado por Petrusek y Friml, 2009).

Las condiciones de temperatura influyen profundamente en la absorción. Se ha demostrado que la absorción de 2,4-D es considerablemente más rápida a 32 °C que a 10°C (Leopold, 1955).

La reacción del ácido 2,4-D con un alcohol forma un éster, pudiendo dar origen al éster butoxietílico (BEE), éster 2-etilhexílico (2-EHE, conocido anteriormente como éster isooctilo), éster butil éster de propilenglicol, éster metílico, éster isopropílico (uso especial en cítricos) y éster butílico. Una vez aplicadas, las formulaciones de éster penetran rápidamente en la superficie de la hoja (cutícula) y se convierten en el ácido 2,4-D. Los ésteres no se disocian ni ionizan cuando se combinan con el agua como las formulaciones de aminas y, por lo tanto, no reaccionan con los cationes en exceso que posee el agua dura para formar precipitados insolubles (Peterson et al. 2016). Es importante recordar que cuanto más larga sea la cadena de carbono, menor será la volatilidad. Otra variante radica en la eficacia, como en el caso de la formulación de éster isopropílico de 2,4-D que es más volátil que la sal de dimetilamina (Anthony y Coggins, 1999).

En general, las formas de éster de 2,4-D pueden tener mayor actividad que las formulaciones de sal en condiciones secas, pero también pueden causar una mayor lesión en los cultivos debido a una absorción más rápida, la cual puede causar toxicidad en la planta (Peterson et al. 2016).

Funciones de las auxinas para el control del rajado estilar.

▪ Influencia en las características de la pared celular.

La aplicación de auxinas incrementa la elasticidad de la pared celular (Cline y Trought, 2007); por lo tanto, los tejidos periféricos del fruto mantendrían el ritmo de crecimiento con el de la pulpa (Devi et al. 2018).

El ácido 2,4-D altera las dimensiones del fruto (aumento de la longitud), lo cual alivia la tensión ejercida en el extremo estilar cuando ocurre la modificación de la forma del fruto (Erner et al. 1993).

Las investigaciones realizadas empleando la auxina sintética 2,4-D son muy variadas, según Greenberg et al. (1996) la aplicación de 40 ppm de 2,4-D con un diámetro del fruto de 13 mm incrementó el rendimiento, tamaño y calidad; disminuyendo así en un 25 % el rajado estilar de la mandarina ‘Nova’ en Israel.

Stander et al. (2014) contradice lo propuesto con respecto a la dosis y sostiene que debe ser 15 mg/l, ya que el rajado estilar se redujo y produjo frutos con el grosor de la cáscara aceptable.

▪ Engrosamiento del exocarpo y de la zona estilar del fruto.

La aplicación de 2,4-D a cultivares propensos a desarrollar cáscaras delgadas y/o suaves llevó a un aumento en el grosor de esta (Duarte et al. 2001). Según Almela et al. (1994) la resistencia de la cáscara en el extremo estilar del fruto se incrementó con los tratamientos en comparación con el control, esto coincide con el efecto obtenido en la mandarina ‘Nova’ por García-Luis et al. (1994).

La aplicación foliar de 10 mg/L de 2,4-D después de la caída fisiológica redujo el número de frutos rajados en la mandarina ‘Marisol’ en 42 % en el 2011 y 50 % en el 2012 (Stander et al. 2014), lo expuesto es complementado por Mitchell (1961) quien afirma que la estimulación en la expansión celular mediante tratamientos con 2,4-D ha sido responsable del aumento en resistencia de la cáscara del fruto tratado en mandarina ‘Marisol’.

Stander et al. (2014) realizaron evaluaciones visuales del extremo estilar de los frutos tratados con 2,4-D y revelaron que la cáscara estaba ligeramente elevada, engrosada y sin

microgrietas. Partiendo de estas observaciones, el tratamiento estimula el crecimiento de la corteza en esta área dando como resultado un tejido compacto y sólido.

El éxito de los tratamientos dependen tanto del tiempo como de la concentración (Cronjé et al. 2013).

- **Giberelina.**

Las giberelinas, abreviadas como AG₃ para ácido giberélico, estimulan el crecimiento y la elongación celular permitiendo el incremento en la elasticidad de la pared celular (Salisbury y Ross, 2000) y participan en varios procesos de desarrollo: como la germinación de semillas, la floración, la fructificación, la senescencia de hojas y frutos (Vashisth et al. 2018).

Hedden y Sponsel (2015) concluyeron que el transporte de AG₃ es simplástico a través de los plasmodesmos. Kato citado por Chin y Lockhart (1965) estableció que el transporte de AG₃ es no polar, con igual movimiento en direcciones acropétalas y basipétalas.

El AG₃ se hidroliza lentamente con agua y se convierte rápidamente en un isómero inactivo en soluciones altamente alcalinas, los valores por debajo de pH 8 pueden proporcionar mayor estabilidad y mejor absorción por parte del tejido vegetal. En general, los surfactantes (agentes humectantes) ayudan a lograr una buena cobertura de rociado; sin embargo, algunos pueden causar manchas en la cáscara de los cítricos (El-Otmani et al. 1995).

Funciones de las giberelinas para el control del rajado estilar.

El rajado estilar de los frutos de la mandarina híbrida ‘Nova’ se incrementó cuando se realizó la aplicación de giberelina en etapa de floración, pero la aplicación en la etapa final de la caída fisiológica redujo el número de frutos rajados, el cual osciló en más del 80 % en comparación con el primer tratamiento (Bar-Akiva, 1975).

- **Retraso de la senescencia del exocarpo.**

El primer síntoma del rajado estilar es la pérdida de clorofila en la cáscara del fruto alrededor de la cicatriz estilar, que es seguida por la formación de pequeñas grietas longitudinales que aumentaron rápidamente de tamaño a medida que el fruto se desarrollaba (Stander et al 2014). En un estudio sobre el efecto de los reguladores de crecimiento de las plantas en mandarina ‘Nova’, García-Luis et al. (1994) observaron una disminución en el rajado del fruto atribuido al AG₃ aplicado, el cual inhibe con éxito la senescencia del exocarpo que

según Suttle y Hultstrand (1987) aumenta la resistencia de la cáscara debido al retraso de la descomposición de la clorofila.

- **Elasticidad de la pared celular.**

Para Salisbury y Ross (2000) las giberelinas poseen la capacidad de aumentar la elasticidad de la pared celular, lo que es complementado por Taiz y Zeiger (2006) quienes ratifican que mediante el AG₃ la elongación celular es 15 veces mayor que en secciones no tratadas.

Las últimas investigaciones realizadas por García-Luis et al (1994) en mandarina ‘Nova’, exponen que aplicaciones de 20 mg/L de AG₃ después de la caída fisiológica del fruto (12 semanas después de la plena floración, cuando la fruta tenía un diámetro de 30 mm) reducen el rajado estilar, lo que coincide con el rango de dosis expuesto por Rabe y Van Rensburg (1996) en mandarina ‘Ellendale’.

b) Fertilizantes foliares.

González et al. citado por Kopper (2015), describe la utilización de la fertilización foliar como una técnica practicada en múltiples sistemas productivos obteniendo beneficios como el aumento del rendimiento en las cosechas, la recuperación de los cultivos ante periodos de estrés, mejoramiento de la calidad de los productos, prevención del ataque de enfermedades y una alternativa para disminuir la contaminación de suelos y aguas.

- **Nitrato de potasio (KNO₃).**

La calidad y el rendimiento del fruto en cítricos puede ser afectado por diversos factores, como la nutrición mineral. Cada elemento tiene impacto en diversos aspectos; por ejemplo, el potasio en cítricos promueve el crecimiento de raíces y la resistencia de la planta a sequías, plagas y enfermedades, incrementa el tamaño de fruto, el grosor de la cáscara, el contenido de vitamina C y la cantidad de sólidos solubles (Kumar et al., citado por Berdeja-Arbeu et al. 2016).

El potasio (K) se caracteriza por su gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos (Kanai et al. citado por Yfran et al. 2017), aplicado a nivel foliar presenta una respuesta más rápida que al suministrarlo al suelo (Marschner, 1995) ya que, las aplicaciones foliares se utilizan como un método para suplementar o para corregir cualquier deficiencia (Cronjé et al. 2013).

Sergen y Ferrari (1986) indica que la principal ventaja del KNO_3 es el aporte de nitrato que, a diferencia de los fertilizantes amoniacales tiende a neutralizar la acidez, posee bajo contenido de cloro, es apto para el uso foliar y es compatible con la mayoría de los pesticidas y abonos foliares, por lo que la aplicación puede efectuarse simultáneamente.

Las hojas y frutos de cítricos pueden lesionarse con aplicaciones de KNO_3 . El grado de lesión depende de la concentración de sal desarrollada en la superficie de la hoja, y esto a su vez, de la dosis del producto y su frecuencia de aplicación. En las hojas viejas y maduras, la lesión se puede identificar como quemaduras en las puntas con posterior defoliación mientras que, en hojas jóvenes inmaduras, la lesión se manifiesta como áreas necróticas en el margen de la hoja, que en expansión se deforman. Aparentemente, hay diferencias varietales en la susceptibilidad de los cítricos a la lesión de la hoja por aplicaciones de KNO_3 (Calvert y Smith, 1972).

Funciones del nitrato de potasio en el control del rajado estilar.

- **Modificación de las características de la membrana.**

El potasio juega un papel clave en los procesos de crecimiento de las células vegetales, al afectar el potencial osmótico y la presión de turgencia, este elemento se caracteriza por su gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, ejerciendo una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y en la hidratación de las mismas (Smith, 1970).

- **Incremento del grosor del exocarpo.**

Evitar el rajado estilar del fruto puede ser un efecto mediado por potasio, a través del fortalecimiento general de la cáscara del fruto de naranja 'Valencia' mediante el aumento de su grosor (Bar-Akiva, 1975).

Complementando la idea anterior investigaciones realizadas por Rabe y Van Rensburg, (1996) han demostrado resultados positivos con aplicaciones de nitrato de potasio incluso con un buen estado nutricional de las plantas, lo que posiblemente esté relacionado con la capacidad que posee el elemento para movilizar las reservas minerales lo que da como resultado frutos más grandes con cáscara más gruesa, que son menos susceptibles al rajado estilar.

Según Stander et al. (2014) la aplicación de Bonus-NPK al 5 % dio como resultado la reducción del rajado estilar en la mandarina 'Marisol Clementina'. Mientras que Bar-Akiva (1975) proporciona un rango en la dosis de KNO_3 del 1-5 % para la reducción del 20 % de frutos rajados.

El tiempo de aplicación de potasio foliar afecta su eficacia en términos del control del rajado estilar. Se reportó un mayor número de frutos rajados por árbol cuando se aplicó KNO_3 al 4 % antes de la caída fisiológica del fruto. En contraste, la aplicación posterior resultó en una reducción significativa del desorden fisiológico (Rabe y Van Rensburg, 1996).

c) Combinación de tratamientos.

La combinación de hormonas y nutrientes minerales resultó exitosa en la reducción de la severidad del rajado estilar. Investigaciones demuestran que el trastorno se redujo con múltiples aplicaciones de 2,4-D, AG_3 y KNO_3 .

▪ 2,4-D con AG_3

Leopold y Kriedemann (1975) determinaron que las gibelinas aumentaron el contenido de auxina y/o su eficacia con respecto a los frutos, lo cual coincide con Batal et al. (1970) y Press (2016).

Almela et al. (1994) reportaron una reducción exitosa del rajado estilar en mandarina 'Nova' con dos aplicaciones de 2,4-D (20 mg/L) y AG_3 (20 mg/L), 30 y 60 días antes del inicio del rajado estilar. Aplicaciones muy tardías en algunos casos no tuvieron ningún efecto debido a la disminución de la sensibilidad del fruto a medida que avanzaba su desarrollo o al aumento del número de frutos rajados (Stander y Theron, 2014).

▪ 2,4-D con KNO_3 .

El rajado estilar de los frutos de mandarina 'Nova' en Israel se redujo ligeramente con aplicaciones sucesivas de nitrato de potasio y cuando se combinó con 2,4-D se obtuvo un mejor efecto (Lavon et al. 1992), tanto como potenciador del tamaño del fruto como en la reducción del rajado estilar (Erner et al. 1993).

La aplicación foliar de 10 mg / L de 2,4-D y potasio después de la caída fisiológica aumentó el grosor de la cáscara en el extremo estilar del fruto, dando como resultado un tejido compacto y sólido (Almela et al. 1994), los datos concuerdan con los resultados de Greenberg et al. (1996).

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la empresa Agrícola Prolan S.A.C que pertenece al Grupo La Calera dedicada a la producción y exportación de frutas frescas, destacando los tangelos, naranjas, mandarinas y tangeres.

La investigación se realizó en el fundo San Antonio ubicado en el distrito de Vista Alegre, ciudad de Nazca, Provincia de Ica, Perú.

- Latitud Sur: 14°50'43.0"S.
- Longitud Oeste: 74°57'21.3"W.

El fundo posee una extensión aproximada de 80 has distribuidas en 20 lotes, los cuales son abastecidos mediante un sistema de fertirriego. Se eligió el lote 19 para realizar el experimento, que consta de árboles de tangor de la var. 'H. Murcott' de 5 años de edad injertados sobre el cv. 'Swingle' Citrumelo 4475

3.2. MATERIALES.

3.2.1. Materiales de campo.

- Mochila de aplicación marca Jacto®: Posee un tanque de polietileno de alta densidad (20 litros).
- Boquilla: Modelo cono regulable azul de 90° o chorro concentrado marca Jacto®, cuyo caudal es de 0,7 L/min. Código: 325787.

- Cintas para marcar.
- Marcador de tinta indeleble.
- Vernier digital marca Truper ® (Posee una tolerancia de 0.002 "/0.05 mm, su capacidad máxima es de 6"/ 150mm).
- Cartillas de evaluación.

3.2.2. Materiales de laboratorio.

- **Refractómetro HANNA® modelo HI 9680.**

Posee compensación automática de Temperatura (ATC)

- **Exprimidora de jugo marca Oster®.**
- **Pizeta con bureta**
- **Agitador magnético marca LABOR TECH ®**

Incluye barra de agitación de 9 x 38mm, que posee una energía 30W y velocidad de 2000 RPM de agitación.

3.2.3. Insumos.

- **Giber TAB 125 TB® distribuido por el grupo Silvestre.**

Presentación en tabletas solubles cuya composición es de 125 g/kg de Ácido giberélico y 875 g/kg de aditivos.

- **BioEcol Citri Flor® distribuido por la empresa Phartec.**

Es un fitorregulador líquido cuya composición es de 11.5 % de isopropil éster del ácido 2,4 D (Auxina), 5 % de aminoácidos y 0.30 % de policarboxilos.

- **Nitrato de Potasio Solar® (KNO₃).**

Cuya concentración es de 13.7 % N + 46.2 % K₂O. Solubilidad en agua a 25 ° C, 37.9 g/100 cm³.

- **Spray plus® Fertitec.**

Corrector y regulador de pH en agua. Concentración de 15% N + 16.02% S. Densidad 1.5 g/ cm³.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.

3.3.1. Selección y determinación de las unidades experimentales.

Se seleccionaron un total de 135 árboles del tangor ‘H. Murcott’ con características homogéneas, distribuidos en 5 columnas y 9 filas. En cada columna se encontraban ubicados 27 árboles que representaban a los 9 tratamientos, los cuales estaban agrupados en bloques de 3, estos recibieron las aplicaciones según la Tabla 1, pero únicamente se evaluó la planta central (señalada con una línea roja como se muestra en la Figura 1) de cada bloque, con el fin de evitar errores por contaminación al momento de la aplicación de los tratamientos. Cada árbol representó una unidad experimental (U.E) que fue marcada con cintas en la base del tallo según el color de cada tratamiento.

En cada U.E se seleccionaron, marcaron y enumeraron 20 frutos de 20 a 22 mm (15 días después del fin de la caída fisiológica), distribuidos equitativamente en dos cuadrantes (Este y Oeste). En total fueron 900 los frutos evaluados, 100 por cada tratamiento. Además, todos los árboles fueron sometidos a las mismas prácticas de producción: poda, raleo, riego, fertirrigación, control sanitario, etc.

3.3.2. Determinación de las dosis para cada producto.

- **Bio Ecol Citri Flor® (2,4-D).**

Las dosis empleadas fueron 15 y 30 ppm del producto comercial que equivale a 1.725 ppm y 3.45 ppm de ingrediente activo Bio Ecol Citri Flor® (Isopropil éster del ácido 2,4 D).

- **Giber TAB 125 TB® (AG₃).**

Se empleó las dosis de 10 y 20 ppm AG₃ ingrediente activo de Giber TAB 125 TB®.

- **Nitrato de Potasio 13% N + 46% K₂O (KNO₃).**

Las dosis que se emplearán serán de 1 % y 2 % de producto comercial de la empresa Solar.

3.3.3. Calibración de la mochila.

Para determinar la cantidad necesaria de solución que se empleó para la aplicación de los respectivos tratamientos se vertió 10L de agua en la mochila pulverizadora y se procedió a asperjar totalmente la copa del árbol con una presión, velocidad y paso de trabajo constante. Finalmente, se determinó el gasto de agua mediante la resta del volumen inicial y el volumen final, lo que permitió estimar la cantidad de solución que se aplicará a cada U.E, la cual fue 3 L por planta.

3.3.4. Preparación de los tratamientos.

Se utilizaron 2 cilindros llenos de agua potable con capacidad de 200L cada uno. En el primer cilindro A se preparó la dosis más baja y en el segundo B la más alta.

Previo a la mezcla se procedió a acidificar el agua con 650 mL/200L de Spray Plus ®, como corrector y regulador del pH, disminuyendo éste hasta un valor de 5.5 ideal para realizar las mezclas de hormonas y fertilizantes foliares.

En el cilindro A, se agregaron 2 tabletas de GIBER TAB ® (AG₃) y 3 mL de BioEcol CitriFlor® (2,4-D), se realizó la mezcla con una varilla de plástico y luego de uniformizarse se procedió a verter 20L en una mochila pulverizadora. Una vez completada las aplicaciones que contenían únicamente los reguladores de crecimiento, se concluyó con las aspersiones de los tratamientos que contenían nitrato de potasio al 1%.

El procedimiento en el cilindro B fue el mismo, pero las concentraciones variaron, se agregaron 4 tabletas de GIBER TAB ® (AG₃), 6ml de BioEcol CitriFlor® (2,4-D) y nitrato de potasio al 2%.

3.3.5. Aplicación de los tratamientos.

Las aplicaciones se realizaron en dos tiempos (Tabla 1). La primera (Tiempo 1) se realizó 23 días después del fin de la caída fisiológica de los frutos, cuando su diámetro alcanzó un promedio de 22 a 25 mm y la segunda aplicación (Tiempo 2) se realizó 65 días después del

fin de la caída fisiológica de los frutos cuando su diámetro alcanzó un promedio de 35 a 40 mm.

Todas las aplicaciones se realizaron en la mañana (8-10 am), pero los frutos que fueron sometidos a los tratamientos con nitrato de potasio recibieron las dosis requeridas en la tarde (4-6 pm), para evitar la exposición al sol porque podría causarles quemaduras.

Para todas las aplicaciones se hizo uso de una mochila fumigadora Jacto ® de capacidad de 20 L con boquillas de cono regulable (Código: 325787) destinada para la aplicación de reguladores de crecimiento y otra para la aplicación de los abonos foliares. Se roció cada U.E homogéneamente empleando el gasto promedio calculado de 3 L por planta y para evitar la contaminación entre tratamientos, se utilizó una cortina plástica de aproximadamente 2 metros de largo y de ancho que era sujeta por operarios según la marcha de los aplicadores.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos.

| | Tratamientos | Tiempos | Código |
|----|--|-------------------------|------------------|
| T1 | Testigo | - | - |
| T2 | AG ₃ (10 mg / L) + 2,4-D (15 mg / L) | Tiempo 2 (23 y 65 ddcf) | GD (10,15)-T2 |
| T3 | AG ₃ (10 mg / L) + 2,4-D (15 mg / L) | Tiempo 1 (23 ddcf) | GD (10,15)-T1 |
| T4 | AG ₃ (20 mg / L) + 2,4-D (30 mg / L) | Tiempo 2 (23 y 65 ddcf) | GD (20,30)-T2 |
| T5 | AG ₃ (20 mg / L) + 2,4-D (30 mg / L) | Tiempo 1 (23 ddcf) | GD (20,30)-T1 |
| T6 | AG ₃ (10 mg / L) + 2,4-D (15 mg / L) + KNO ₃ (1 %) | Tiempo 2 (23 y 65 ddcf) | GDK (10,15,1)-T2 |
| T7 | AG ₃ (10 mg / L) + 2,4-D (15 mg / L) + KNO ₃ (1 %) | Tiempo 1 (23 ddcf) | GDK (10,15,1)-T1 |
| T8 | AG ₃ (20 mg / L) + 2,4-D (30 mg / L) + KNO ₃ (2 %) | Tiempo 2 (23 y 65 ddcf) | GDK (20,30,2)-T2 |
| T9 | AG ₃ (20 mg / L) + 2,4-D (30 mg / L) + KNO ₃ (2 %) | Tiempo 1 (23 ddcf) | GDK (20,30,2)-T1 |

Nota. Días después del fin de la caída fisiológica será abreviado como ddcf.

3.4. CROQUIS EXPERIMENTAL.

| LOTE 19(MURCOTT/ CITRUMELO) | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|----|----|---|---|---|---|
| BORDE | BORDE | BORDE | F9 | 8 | 1 | 4 | 6 | 5 |
| | | | 8 | 1 | 4 | 6 | 5 | |
| | | | 8 | 1 | 4 | 6 | 5 | |
| | | | F8 | 6 | 9 | 5 | 7 | 2 |
| | | | 6 | 9 | 5 | 7 | 2 | |
| | | | 6 | 9 | 5 | 7 | 2 | |
| | | | F7 | 4 | 7 | 6 | 1 | 9 |
| | | | 4 | 7 | 6 | 1 | 9 | |
| | | | 4 | 7 | 6 | 1 | 9 | |
| | | | F6 | 9 | 5 | 1 | 3 | 8 |
| | | | 9 | 5 | 1 | 3 | 8 | |
| | | | 9 | 5 | 1 | 3 | 8 | |
| | | | F5 | 1 | 6 | 2 | 9 | 3 |
| | | | 1 | 6 | 2 | 9 | 3 | |
| | | | 1 | 6 | 2 | 9 | 3 | |
| | | | F4 | 2 | 3 | 8 | 5 | 4 |
| | | | 2 | 3 | 8 | 5 | 4 | |
| | | | 2 | 3 | 8 | 5 | 4 | |
| | | | F3 | 5 | 4 | 7 | 2 | 6 |
| | | | 5 | 4 | 7 | 2 | 6 | |
| 5 | 4 | 7 | 2 | 6 | | | | |
| F2 | 7 | 2 | 3 | 8 | 1 | | | |
| 7 | 2 | 3 | 8 | 1 | | | | |
| 7 | 2 | 3 | 8 | 1 | | | | |
| F1 | 3 | 8 | 9 | 4 | 7 | | | |
| 3 | 8 | 9 | 4 | 7 | | | | |
| 3 | 8 | 9 | 4 | 7 | | | | |
| C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | | | | |
| BORDE | | | | | | | | |
| BORDE | | | | | | | | |

Figura 1: Distribución de los tratamientos en campo.

3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), cuya fórmula se expone a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9.$$

$$j = 1,2,3,4,5.$$

Donde:

- i: número de tratamientos.
- j: número de repeticiones.

El diseño fue sometido al análisis de normalidad de errores mediante la prueba de Shaphiro Willks y a la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de varianza no constante, cuyos valores de probabilidad deberán ser superiores al 0.05. En caso se cumplan los supuestos se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si los tratamientos afectan los promedios de las variables y finalmente se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

En caso no se cumplan los supuestos de normalidad de errores y/o de homogeneidad de varianzas, se procedió a emplear las transformaciones de datos.

- **Transformación de Jitter**

Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad para la variable proporción de frutos rajados se optó por realizar la transformación de datos de jitter, la cual consistió en agregar un parámetro a un vector de valores numéricos, de manera predeterminada, esto se hace mediante la extracción de muestras de la distribución uniforme. El rango de valores en el jittering se elige de acuerdo a los datos (Chambers et al. 1983). Para nuestro caso el parámetro utilizado fue el promedio de frutos rajados; es decir, la transformación consistió en sumar a la proporción de frutos rajados el promedio de estos.

- **Transformación de box-cox**

Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad de errores para la variable diámetro del fruto se empleó la transformación de box-cox, que es una transformación potencial y está definida por una función continua que varía con respecto a la potencia lambda (λ) (Ramírez et al. 2017); en nuestro caso tuvo un valor de -0.04.

- **Transformación raíz cuadrada**

Se realizó una transformación estadística a los datos de la variable conteo de frutos en un área conocida, ya que no se cumplía el supuesto de normalidad de errores. Para esto se implementó la conversión de datos según Kuehl (2000) quien desarrolla la transformación a aplicar que es $y^{1/2} = \sqrt{y}$, dado que los datos son conteos y la distribución es la de Poisson.

3.5.1. Hipótesis.

H_p: $\tau_i = 0$ (La aplicación foliar de 2,4-D y ácido giberélico en adición con nitrato de potasio influyen en la reducción de la cantidad de frutos afectados por el rajado estilar en árboles del tangor ‘H. Murcott’ (*Citrus reticulata x sinensis* (L.) Osbeck).

H_a: $\tau_i \neq 0$ (La aplicación foliar de 2,4-D y ácido giberélico en adición con nitrato de potasio no influyen en la reducción de la cantidad de frutos afectados por el rajado estilar en árboles del tangor ‘H. Murcott’ (*Citrus reticulata x sinensis* (L.) Osbeck).

3.6. VARIABLES A EVALUAR.

3.6.1. Evolución del crecimiento del fruto.

Las evaluaciones se realizaron cada dos semanas, dando un total de 11. Estas consistieron en la medición de la longitud y diámetro ecuatorial del fruto, para esto se empleó un vernier digital como muestra la Figura 2.



Figura 2: Metodología de evaluación de la variable diámetro de fruto.

3.6.2. Proporción de frutos rajados.

Las evaluaciones se realizaron cada dos semanas. Los 20 frutos fueron marcados y enumerados con cintas azules como se muestra en la Figura 3, las evaluaciones consistieron en detectar y contabilizar los frutos rajados. Los datos correspondientes a la proporción de

frutos rajados, son expresados mediante la división entre el número de frutos afectados y el total de frutos marcados, los datos se han clasificado según los tratamientos, las repeticiones y las fechas de evaluación.



Figura 3: Frutos rajados marcados y retirados del árbol.

3.6.3. Estimación de la carga de frutal del árbol en un área conocida (50 cm^2)

Se construyó con madera un marco de área (50 cm^2), que fue colocado a una altura de 1.50 m y con respecto a la copa se ubicó en la parte central inferior. Los frutos limitados por el marco fueron contabilizados para cada U.E como se muestra en la Figura 4.

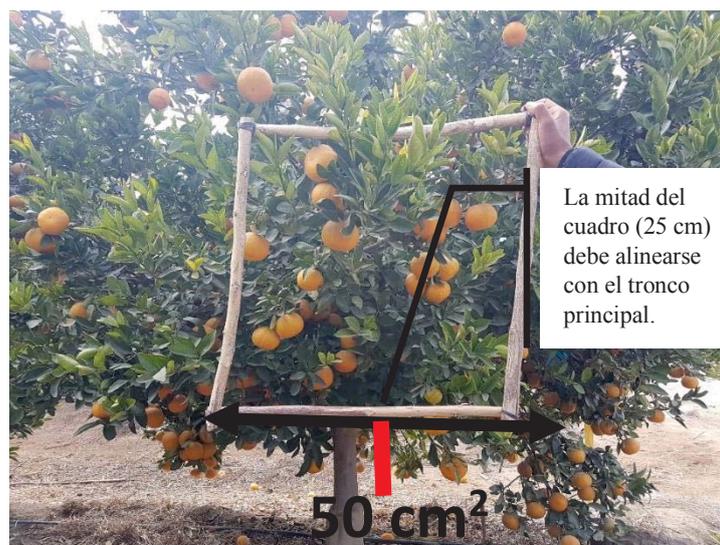


Figura 4: Representación gráfica de la estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm^2).

3.6.4. Determinación de parámetros postcosecha.

Se cosecharon en total 135 frutos, 15 por cada tratamiento y se extrajo en un Erlenmeyer el jugo para la obtención del zumo empleado en la medición de los siguientes parámetros postcosecha.

3.6.5. Determinación de sólidos solubles totales (SST).

Se colectó una gota de zumo utilizando un gotero y se colocó en la lectora del refractómetro, determinando así los grados Brix.

3.6.6. Porcentaje de zumo.

Se extrajo el zumo mediante una exprimidora eléctrica de jugo marca Oster, luego se filtró a través de una malla de colado. Previamente al pesado del zumo, se realizó la tara de cada envase. Finalmente, se obtuvo el porcentaje de zumo mediante la fórmula:

Porcentaje de zumo= $\text{Peso del zumo obtenido de los frutos} / \text{Peso total de los frutos} * 100\%$

3.6.7. Acidez titulable.

Para la titulación se extrajo con una jeringa 5 ml del zumo y se diluyó en 45 ml de agua destilada, luego se adicionó 3 gotas de fenolftaleína y se procedió a realizar la titulación potenciométrica con la base de NaOH 0,1 N hasta que el color cambió a anaranjado claro como se muestra en la Figura 5, se tomó el dato del gasto de NaOH y se procedió a emplear la siguiente fórmula para determinar la acidez de los frutos.

Acidez = $(\text{ml de NaOH} * \text{Normalidad} * \text{Meq de ácido cítrico/ml de zumo}) * 100\%$



Figura 5: Determinación de la acidez titulable con la base de NaOH.

3.6.8. Estimación de la pérdida económica por efecto del rajado estilar.

Para poder determinar la estimación de la pérdida económica ocasionada por el desorden fisiológico del rajado estilar, se realizó el conteo frutos de una muestra de 5 árboles, cuyo resultado promedio fue 289 frutos, posteriormente a la ejecución del raleo manual. A partir de este resultado se planteó la fórmula a continuación.

En donde “X” es la estimación de la pérdida económica por efecto del rajado estilar en kilogramos por hectárea.

$$X (\text{kg} / \text{ha}) = 289 * a * 0.200 * 666$$

Donde:

289: Promedio de frutos por árbol

a: Proporción de frutos rajados según cada tratamiento (Resultado obtenido de la experimentación).

0.200: Peso promedio de un fruto (kg).

606: Árboles por hectárea.

3.6.9. Representación gráfica de las etapas que experimenta el fruto al rajarse estilarmente.

En los días que se realizaron las evaluaciones, se fotografiaron los frutos marcados y se desarrolló una representación gráfica sugiriendo niveles del proceso de rajado estilar como aporte del trabajo de investigación. Estos resultados están expuestos en el Anexo 51.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. PROPORCIÓN DE FRUTOS RAJADOS A NIVEL ESTILAR.

Los resultados de la variable proporción de frutos rajados cumplen los supuestos de normalidad(Anexo 9) y homogeneidad de varianzas(Anexo 10); mediante el ANOVA(Anexo 11) se determinó que los tratamientos afectan el promedio de la variable y con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se evidenció en la figura 6 que el testigo presentó la mayor proporción de frutos rajados (0.24), este resultado muestra diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos: AG₃ (20 mg/ L) + 2,4-D (30 mg/L) aplicados 23 y 65 ddcf (GD (20,30)-T2); AG₃ (10 mg/ L) + 2,4-D (15 mg/L) + KNO₃ (1%) aplicado a los 23 y 65 ddcf (GDK (10,15,1) – T2), AG₃ (10 mg/ L) + 2,4-D (15 mg/L) + KNO₃ (1%) aplicado a los 23 ddcf (GDK (10,15,1) – T1), AG₃ (20 mg/ L) + 2,4-D (30 mg/L) + KNO₃ (2%) aplicado a los 23 y 65 ddcf (GDK (20,30,2) – T2) y AG₃ (20 mg/ L) + 2,4-D (30 mg/L) + KNO₃ (2%) aplicado a los 23 ddcf (GDK (20,30,2) – T1).

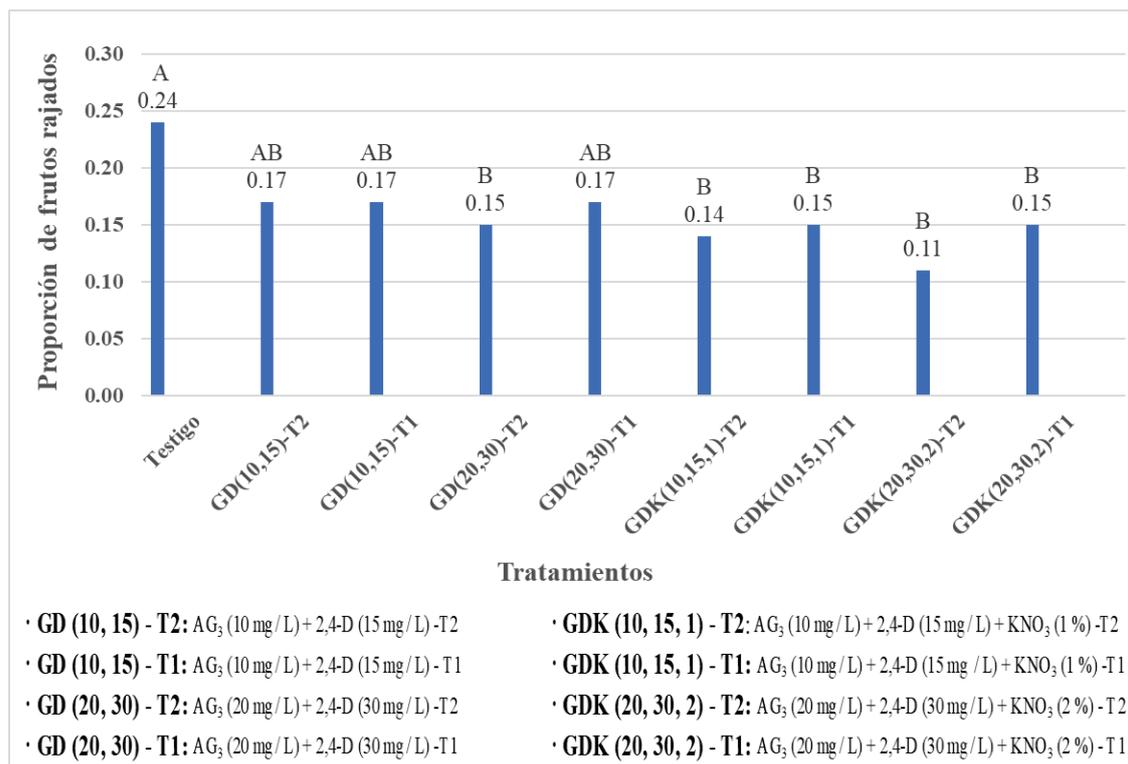


Figura 6: Promedio de la proporción de frutos rajados del tanger ‘H. Murcott’

Los tratamientos GDK (20,30,2) – T2 y GDK (20,30,2) – T1 cuyas proporciones de frutos con rajadura estilar fue de 0.11 y 0.15. Se les aplicó las dosis más altas de 2,4-D, AG₃ y KNO₃; sin embargo, no presentaron diferencias significativas con respecto a GDK (10,15,1) – T2 y GDK (10,15,1) – T1, que recibieron los mismos productos en dosis menores.

En relación a los momentos de aplicación, el tratamiento GDK (20,30,2) – T2 fue asperjado en dos momentos (23 y 65 ddcf); sin embargo, no presentó diferencias estadísticas con el tratamiento GDK (20,30,2)-T1 que recibió las mismas dosis, pero aplicadas solo a los 23 días ddcf.

Con respecto a los tratamientos que no presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo. AG₃ (10 mg/L) + 2,4-D (15 mg/L) aplicados 23 y 65 ddcf (GD (10,15) – T2) y AG₃ (10 mg/L) + 2,4-D (15 mg/L) aplicados 23 ddcf (GD (10,15) – T1), no muestran diferencias significativas entre sí, en ambos tratamientos se empleó las dosis más bajas de los reguladores de crecimiento, con la variante que GD (10,15) – T2, se aplicó a los 23 y 65 ddcf.

Es ampliamente aceptado que el rajado estilar del fruto es causado por el crecimiento no ajustado entre el exocarpo y el endocarpo. Durante la segunda fase del desarrollo del fruto el espesor de la cáscara (corteza) generalmente se reduce, mientras que el volumen de la pulpa aumenta (Spiegel-Roy y Goldschmidt, citado por Zur et al. 2017). El mesocarpo puede aliviar temporalmente la presión de la pulpa debido a su esponjosidad, a comparación del exocarpo que es más rígido (Kaufman, citado por Mesejo et al. 2016) y eventualmente conduce a la formación de microgrietas, lo que inicia el rajado estilar del fruto (Cronjé et al. 2013).

El papel que desempeña el 2,4-D en la reducción del desorden fisiológico es que aumenta la elasticidad de la pared celular, lo que genera el agrandamiento de las células (Cline y Trought, 2007) alterando las dimensiones del fruto (aumento de la longitud) ocasionando que el fruto sea menos oblato y, por lo tanto, alivie la tensión ejercida en el extremo estilar al momento de la transformación del fruto. Considine y Brown (1981) complementan la idea afirmando que la tensión ejercida en las regiones polares es máxima. Los tejidos periféricos del fruto mantendrían el ritmo de crecimiento con el de la pulpa, lo que da lugar al control del rajado estilar del fruto (Devi et al. 2018).

A su vez, la aplicación de 2,4-D a cultivares propensos a desarrollar cáscaras delgadas y/o suaves llevó a un aumento en el grosor de esta (Duarte et al. 2001). Según Almela et al. (1994) la resistencia de la cáscara en el extremo estilar del fruto se incrementó con los tratamientos en comparación con el control, esto coincide Stander et al. (2014) quienes realizaron evaluaciones visuales del extremo estilar de los frutos tratados con 2,4-D y revelaron que la cáscara estaba ligeramente elevada, engrosada y sin microgrietas. Partiendo de estas observaciones, el tratamiento estimula el crecimiento de la corteza en esta área dando como resultado un tejido compacto y sólido.

Para el caso de las giberelinas estas al igual que las auxinas poseen la capacidad de aumentar la elasticidad de la pared celular (Salisbury y Ross, 2000) y la elongación de las células es 15 veces mayor que en secciones no tratadas (Taiz y Zeiger, 2006).

El primer síntoma del rajado estilar es la pérdida de clorofila en la cáscara del fruto alrededor de la cicatriz estilar, que es seguida por la formación de pequeñas grietas longitudinales que aumentaron rápidamente de tamaño a medida que el fruto se desarrollaba (Stander et al 2014). En un estudio sobre el efecto de los reguladores de crecimiento en mandarina ‘Nova’,

García-Luis et al. (1994) observaron una disminución en el rajado del fruto atribuido al AG₃ aplicado, el cual inhibe con éxito la senescencia del exocarpo. Suttle y Hultstrand (1987) indican que las aplicaciones de AG₃ mejoran la resistencia de la cáscara debido a que contribuyen al retraso en la descomposición de la clorofila.

El rajado estilar de los frutos de la mandarina híbrida 'Nova' se incrementó cuando se realizó la aplicación de giberelina en etapa de floración, por el contrario, el desorden fisiológico se redujo con la aplicación en la etapa final de la caída fisiológica del fruto (Bar-Akiva, 1975).

Con respecto al potasio, juega un papel clave en los procesos de crecimiento de las células vegetales, al afectar el potencial osmótico y la presión de turgencia, este elemento se caracteriza por su gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, ejerciendo una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y en la hidratación de las mismas (Smith, 1970), lo que estaría relacionado con la capacidad que posee el elemento para movilizar las reservas minerales necesarias, esto permite la obtención de frutos más grandes con cáscaras más gruesas (Rabe y Van Rensburg, 1996).

El uso de una combinación de reguladores de crecimiento (2,4-D y AG₃) acompañados del fertilizante foliar, Nitrato de potasio, estarían favoreciendo una menor presencia del rajado estilar que es coincidente con los mencionado por Leopold y Kriedemann (1975) quienes determinaron que las aplicaciones de giberelinas estimularon una mayor presencia de auxinas y/o su eficacia en los frutos tratados. Ello es reafirmado por Batal et al. (1971) y Press (2016). Almela et al. (1994) los cuales reportaron una reducción exitosa del rajado estilar en mandarina 'Nova' con dos aplicaciones de 2,4-D de 20 mg/ L y AG₃ de 20 mg/L.

Por otro lado, se menciona que la aplicación combinada de potasio con auxinas sintéticas mejora el efecto, potenciando el tamaño y logrando una reducción del rajado estilar de los frutos (Erner et al. 1993). Bar-Akiva (1975) proporciona un rango en la dosis de KNO₃ del 1-5 % para la reducción del 20% de frutos rajados.

Los resultados coinciden con lo expuesto por Mitchell (1961), Borroto et al. (1988), Greenberg et al. (1996) y Stander et al. (2014), ya que existen diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo en tratamientos que han recibido las aplicaciones de reguladores de crecimiento después del fin de la caída fisiológica; con respecto al momento de aplicación, los resultados concuerdan con Almela et al. (1994) quienes afirman que es oportuno ejecutar las aplicaciones 30 y 60 días antes del inicio del rajado estilar, debido a

que aplicaciones muy tardías no tuvieron ningún efecto, como consecuencia de la disminución de la sensibilidad del fruto a medida que se desarrollaba.

4.2. DIÁMETRO DEL FRUTO

Los resultados de la variable diámetro del fruto cumplen los supuestos de normalidad (Anexo 18) y homogeneidad de varianzas (Anexo 19); mediante el ANOVA (Anexo 20) se determinó que los tratamientos afectan el promedio de las variables y con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se evidenció en la figura 7 que el tratamiento GDK (20,30,2) - T1 y GD (20,30) - T1 con medias de 64.74 y 64.226 no presentan diferencias significativas, pero sí con respecto a GDK (20,30,2) - T2 y GD (20,30) - T2 con medias de 63.55 y 63.38.

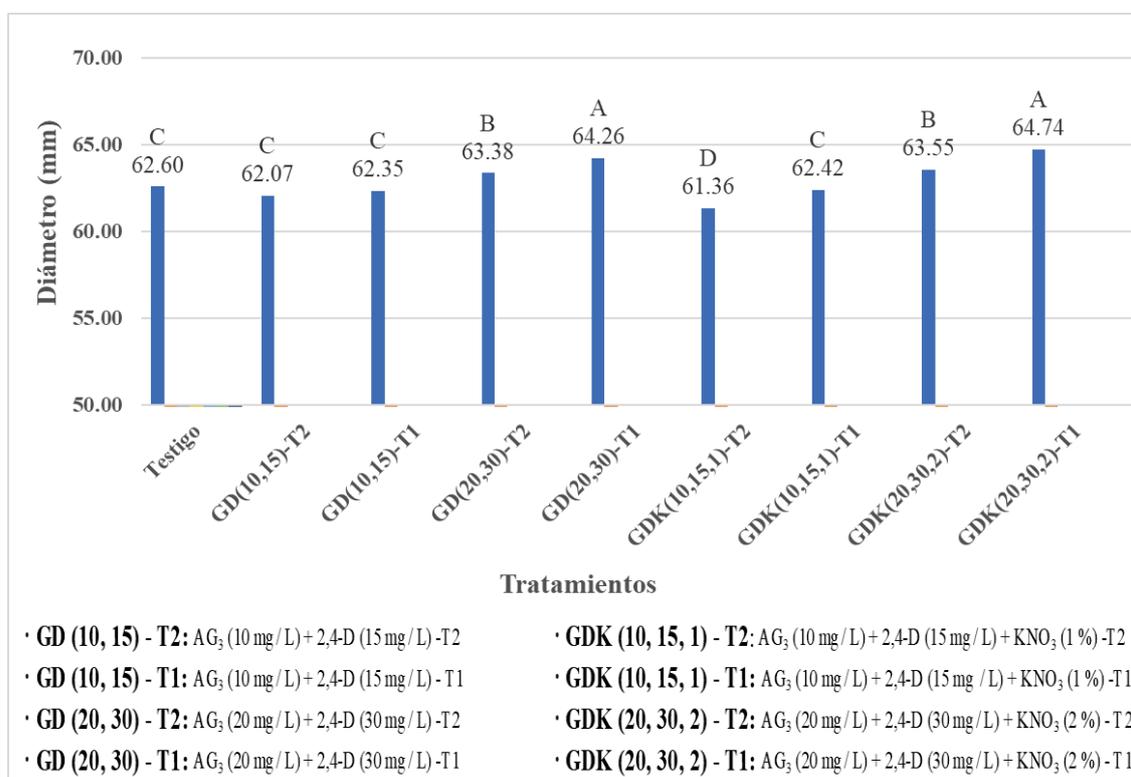


Figura 7: Diámetro promedio de los frutos del tanger 'H. Murcott'

Los tratamientos GDK (20,30,2) - T1 y GD (20,30) - T1 tienen en común que fueron suministrados con la dosis más alta de 2,4-D y AG₃ aplicadas 23 ddcf. El empleo de KNO₃ es indiferente por lo que el GDK (20,30,2)-T1 no muestra superioridad significativa frente al GD (20,30)-T1. El patrón se repite en la comparación de los tratamientos GDK (20,30,2) - T2 y GD (20,30) - T2, las aplicaciones fueron realizadas 23 y 65 ddcf.

Los tratamientos testigo, GDK (10,15,1)-T1, GD (10,15)-T1 y GD (10,15)-T2 con medias de 62.60, 62.42, 62.35 y 62.07 respectivamente superan significativamente a GDK (10,15,1)-T2 cuya media es 61.360. Estos tratamientos tienen en común que recibieron las menores dosis de AG₃ (10mg/ L) y 2,4-D (15mg/ L).

El papel que desempeña el 2,4-D en el incremento del crecimiento del fruto a nivel diametral es demostrado por Stander et al. (2014) quienes sustentan que el rápido traslado por floema hacia los tejidos meristemáticos; así como, la notoria acumulación en órganos sumideros como son las hojas jóvenes, las flores o los frutos, permite que se incentive la expansión celular. Esto se debe a que las auxinas de síntesis están involucradas en estimular una mayor formación de α -amilasa, la cual permite una mayor conversión del almidón en azúcares y, en consecuencia, aumenta la presión osmótica de la célula, lo que resulta en la acumulación de agua y otros solutos (Devi et al. 2018). A su vez, El-Otmani et al. (1995) afirman que el incremento en el tamaño del fruto con 2,4-D se debe a una acción doble debido al aumento del grosor de la cáscara, así como la expansión de las células de la vesícula del jugo (Agustí et al. 2003).

Para el caso de las giberelinas, el AG₃ activa los procesos de agrandamiento y división celular en los órganos vegetativos y reproductivos (Talon et al. 1992), mediante el incremento de la hidrólisis del almidón, fructanos y sacarosa originando moléculas de fructosa y glucosa, las cuales suministran energía mediante la respiración, contribuyendo así a la formación de la pared celular y a la vez, disminuyendo momentáneamente el potencial hídrico de las células, lo que permite el ingreso de agua a éstas permitiendo su posterior elongación (Salisbury y Ross, 2000).

Sarrwy et al. (2012) en mandarina ‘Balad’ y Sangwan et al. (2008) en mandarina ‘Kinnow’ encontraron que la aplicación de nitrato de potasio al 1.5 % y al 2 % incrementó el número, la longitud y el diámetro del fruto (Berdeja-Arbeu et al. 2016), esto es debido a que el potasio es un elemento que se caracteriza por su gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, con lo cual ejerce gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y por ende en su hidratación (Yfran et al. 2017). Estudios realizados por Stander y Theron (2014) también complementan esta teoría.

El efecto del 2,4-D en el crecimiento del fruto fue más marcado para AG₃ y duró hasta el final del desarrollo del fruto (Duarte et al. 2001). Cabe resaltar que la función de ambas hormonas es la de incentivar el crecimiento y su interacción es positiva, esto es demostrado por Arteca (1995). Así mismo, se ha observado que el combinar 2,4-D con potasio logra incrementar la

eficacia del regulador de síntesis mencionado, permitiendo obtener frutos más grandes en naranja ‘Shamouti’ como en ‘Valencia’ (Erner et al., citado por Stander et al. 2014).

4.3. ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE FRUTAL DEL ÁRBOL EN UN ÁREA CONOCIDA (50 cm²)

Los resultados de la variable proporción de frutos rajados cumplen los supuestos de normalidad (Anexo 26) y homogeneidad de varianzas (Anexo 27); mediante el ANOVA(Anexo 28) se determinó que los tratamientos afectan el promedio de las variables y con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se evidenció en la figura 8 que el tratamiento GDK (20,30,2)-T2 con un promedio de 20.3 frutos por 50 cm² presenta diferencias significativas con el testigo que presento en promedio 10.7 frutos por 50 cm².

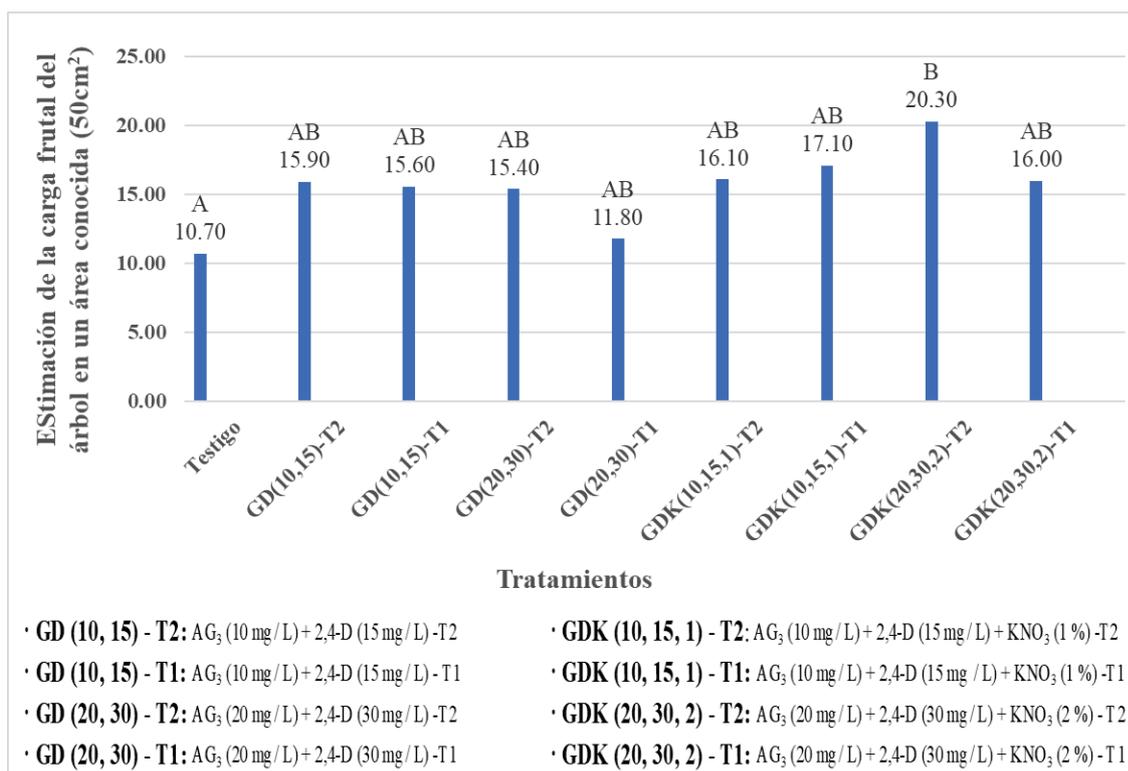


Figura 8: Promedio de la carga frutal del árbol en un área conocida de 50 cm² en tangor ‘H. Murcott’.

Los demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí, mostrando un menor promedio de frutos por 50 cm².

La cantidad de frutos en 50 cm² está relacionada inversamente con la proporción de frutos rajados; es decir, el desorden fisiológico provoca el rajado del fruto e induce su caída; por consiguiente, las U.E que poseen la mayor proporción de frutos rajados presentarían una menor cantidad de frutos en 50 cm².

Los resultados coinciden con lo expuesto por García-Luis et al. (1994) quienes afirman que a partir de la reducción de la cantidad de frutos rajados con la aplicación AG₃, se obtuvo como resultado un aumento en el número de frutos cosechados.

Así mismo, la menor caída de frutos rajados por efecto de la aplicación de 2,4-D es coincidente con lo mencionado por Modise et al. (2009), quienes observaron una reducción de hasta 50% en la pérdida de frutos en plantas de naranja navel (*Citrus sinensis*), que recibieron este regulador de síntesis versus las que no fueron tratadas.

Parámetros postcosecha

En la investigación se consideraron los parámetros de calidad postcosecha como: el peso del fruto, porcentaje de zumo, sólidos totales solubles o brix, porcentaje de acidez e índice de madurez.

4.4. PESO DEL FRUTO

Los datos fueron sometidos a la prueba de Shaphiro Willks (Anexo 31) y a la prueba de varianza no constante (Anexo 32), cumpliendo ambos supuestos. Por lo que se procedió a realizar el ANOVA (Anexo 33) y se determinó que al menos uno de los tratamientos es afectado por las aplicaciones.

La Figura 9 nos muestra la prueba de comparaciones múltiples de Tukey que el tratamiento GDK (20,30,2)-T2 en el cual se aplicaron las dosis más elevadas de 2,4-D, AG₃ y KNO₃ a los 23 y 65 días después del fin de la caída fisiológica, presentaron frutos con un peso promedio de 222.72 g, este resultado es significativamente superior al peso promedio de los frutos del tratamiento testigo que es 178. 88 g.

Los tratamientos GD (10,15)-T2, GD (10,15)-T1, GD (20,30)-T2, GD (20,30)-T1, GDK (10,15,1)-T2, GDK (10,15,1)-T1 y GDK (20,30,2)-T1 no presentan diferencias significativas con respecto al testigo y GDK (20,30,2)-T2.

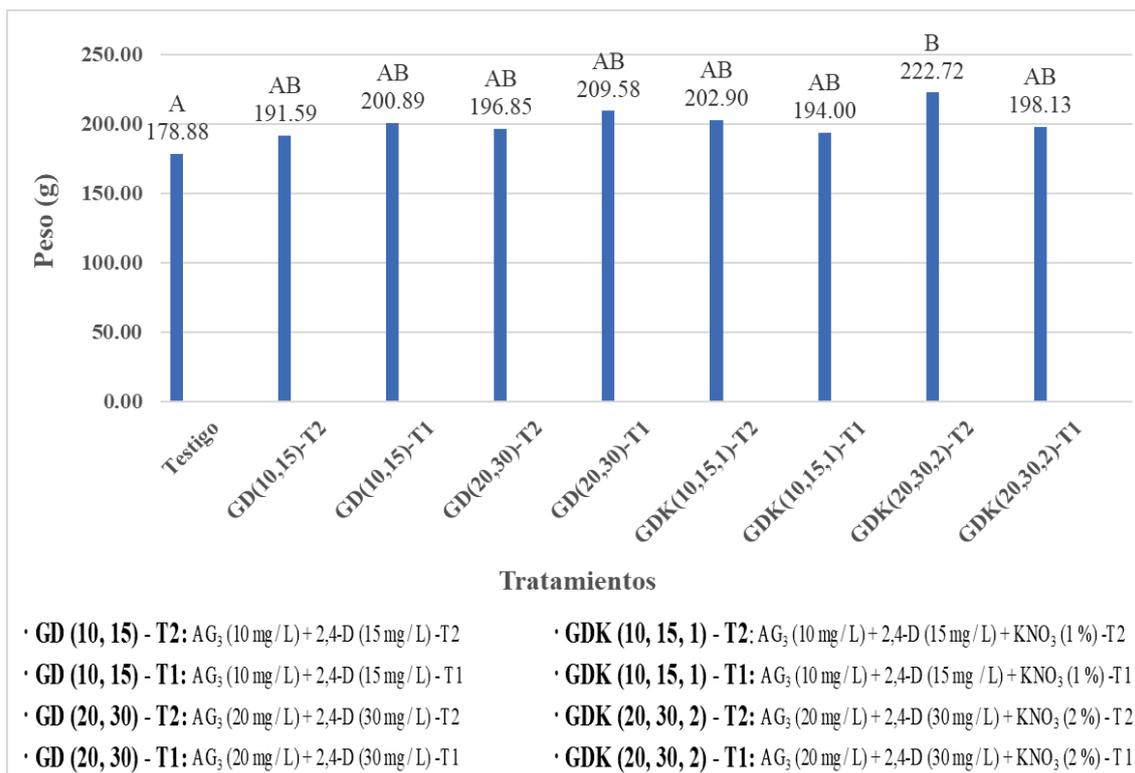


Figura 9: Promedio del peso de frutos del tanger 'H. Murcott'

La respuesta obtenida por los tratamientos con la aplicación de auxinas sintéticas frente al tratamiento testigo, indica claramente el efecto positivo que este regulador genera respecto del crecimiento de los frutos cítricos; a su vez, es reconocido que aumentan el tamaño de los lóculos y de las vesículas de zumo, pero no el número de éstas. Por lo tanto, solamente el peso de las vesículas es afectado por el tratamiento, debido principalmente a una mayor acumulación de materia seca. Como consecuencia de este efecto, el fruto aumenta su capacidad para acumular zumo, crece más y a mayor velocidad (Agustí et al. 2003).

El potasio incentiva el aumento en el peso del fruto debido al incremento de la fotosíntesis, la cual genera mayor suministro de carbohidratos y la traslocación de estos a los frutos en desarrollo (Dalal y Beniwal, 2017). Esta acumulación de metabolitos y agua en el fruto aumenta su peso (Devi et al. 2018)

4.5. PORCENTAJE DE ZUMO.

Los datos fueron sometidos a la prueba de Shapiro Willks (Anexo 34) y la prueba de varianza no constante (Anexo 35), cumpliendo ambos supuestos. Por lo que se procedió a realizar el

ANOVA para la variable peso de fruto (Anexo 36) y se determinó que los tratamientos no son afectados por las aplicaciones.

Los tratamientos no presentan diferencias significativas entre sí como se observa en la Figura 10. Estos resultados concuerdan con Agustí (2000), Davies et al. (1994) y Abd El-Rahman (2005) quienes afirman que la aplicación de reguladores de crecimiento no altera el porcentaje de zumo del fruto y esto se ve demostrado en los diferentes tratamientos. Las medias obtenidas en la investigación se encuentran en el rango expuesto por Long et al. (1962) quien determinó que el contenido mínimo de zumo para mandarinas debe ser 33 %, específicamente para el tangor ‘H. Murcott’ varía entre 38 - 49 %.

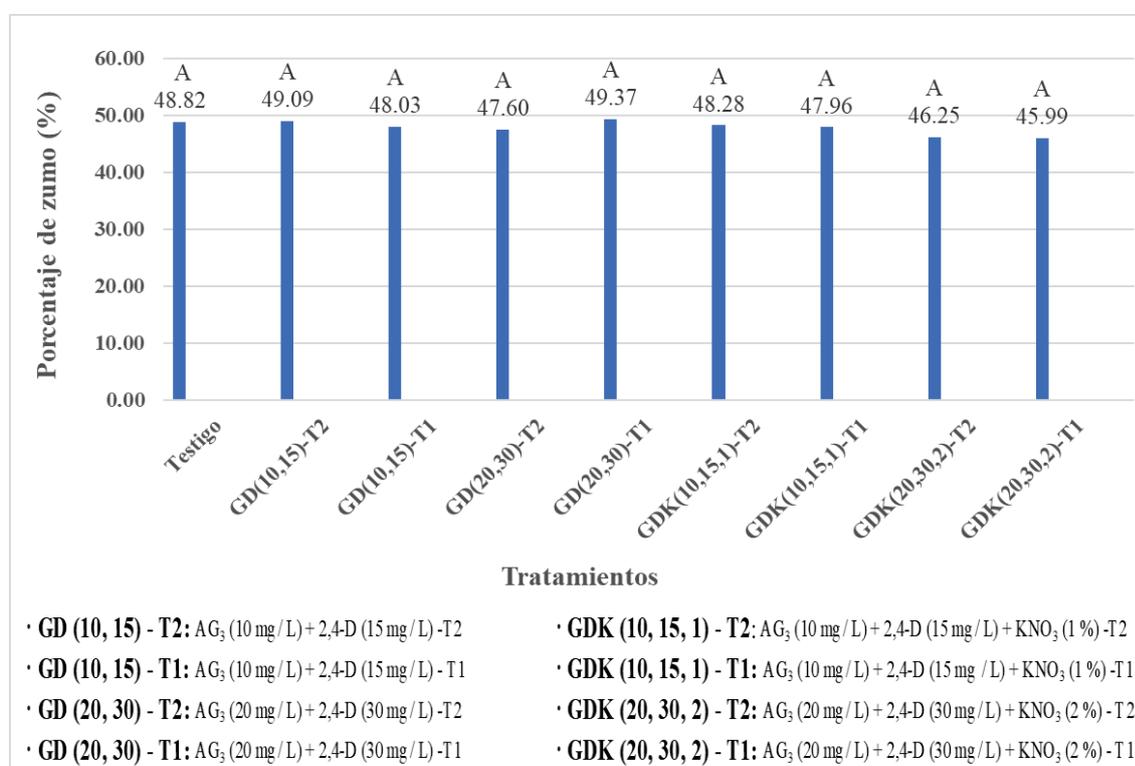


Figura 10: Promedio del porcentaje de zumo de frutos del tangor ‘H. Murcott’

Los resultados obtenidos contradicen lo expuesto por Lovatt (1999), Greenberg et al., (2000) y Stander et al (2014) quienes afirman que la aplicación de 2,4-D afecta el tamaño del fruto y puede causar sequedad en los híbridos de mandarina, que tienden a ser menos jugosos y a Erner et al. (1993) quien afirma que el KNO₃ aumentó el tamaño de la fruta y la acidez del jugo para las naranjas ‘Shamuti’ y ‘Valencia’.

4.6. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST).

Los datos fueron sometidos a la prueba de Shapiro Willks (Anexo 38) y la prueba de varianza no constante (Anexo 39), cumpliendo ambos supuestos. Por lo que se procedió a realizar el ANOVA para la variable peso de fruto (Anexo 40) y se determinó que los tratamientos no son afectados por las aplicaciones.

Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí como se observa en la Figura 11. Los resultados obtenidos coinciden con lo observado por Stander y Theron (2014), quienes afirman que el contenido de sólidos solubles totales fue muy similar entre los frutos tratados o no tratados con 2,4-D.

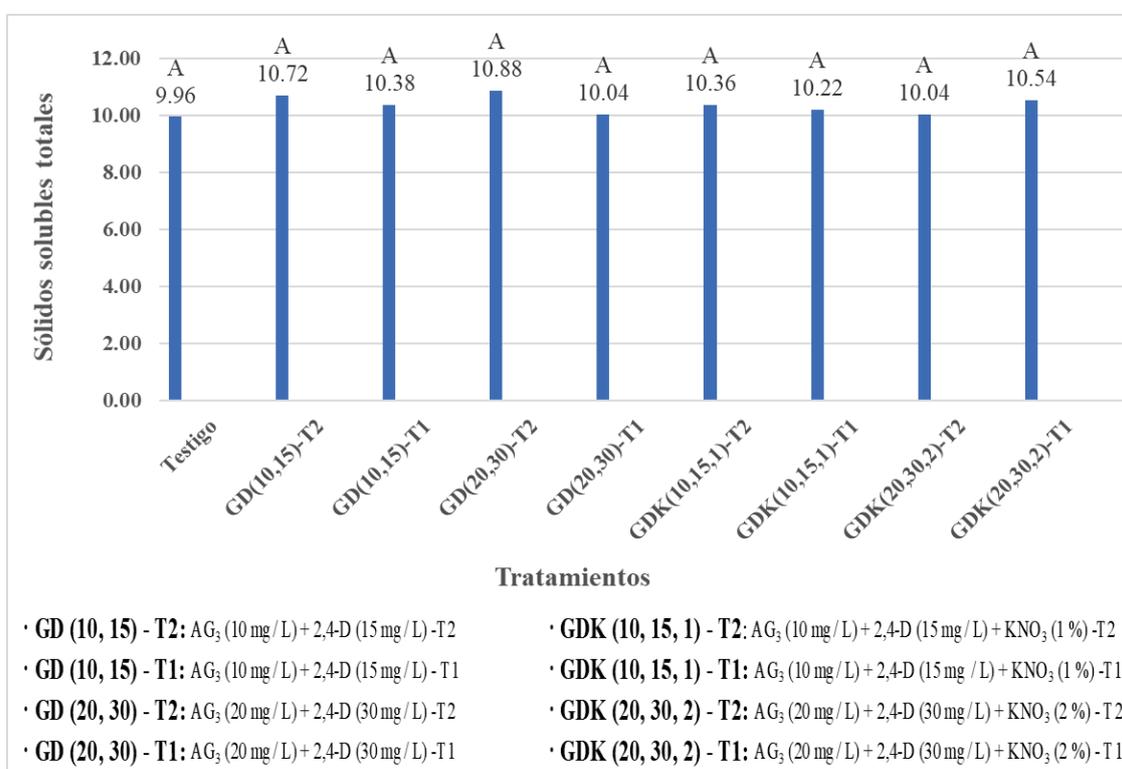


Figura 11: Promedio de sólidos solubles totales de frutos del tanger 'H. Murcott'.

Estos resultados también coinciden con los expuestos por El-Otmani y Coggins (1991) quienes afirman que con aplicaciones de AG₃ y 2,4 D no lograron obtener cambios en la concentración de los sólidos solubles totales en la mandarina 'Clementina' (*Citrus reticulata* Blanco) y naranja 'Washington navel' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) almacenados en árbol y en frío. Sin embargo, contradicen a Dalal y Beniwal (2017) quienes si observaron que los SST aumentaron a medida que se incrementaba la concentración de potasio o el número de pulverizaciones.

4.7. ACIDEZ

Los datos fueron sometidos a la prueba de Shapiro Willks (Anexo 42) y la prueba de varianza no constante (Anexo 43), cumpliendo ambos supuestos. Por lo que se procedió a realizar el ANOVA para la variable peso de fruto (Anexo 44) y se determinó que los tratamientos no son afectados por las aplicaciones.

En la Figura 12 se muestra que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

El rango del contenido promedio de ácido total de los frutos cítricos es 0.65 - 1 % en promedio, lo que coincide con lo expuesto por Long et al. (1962).

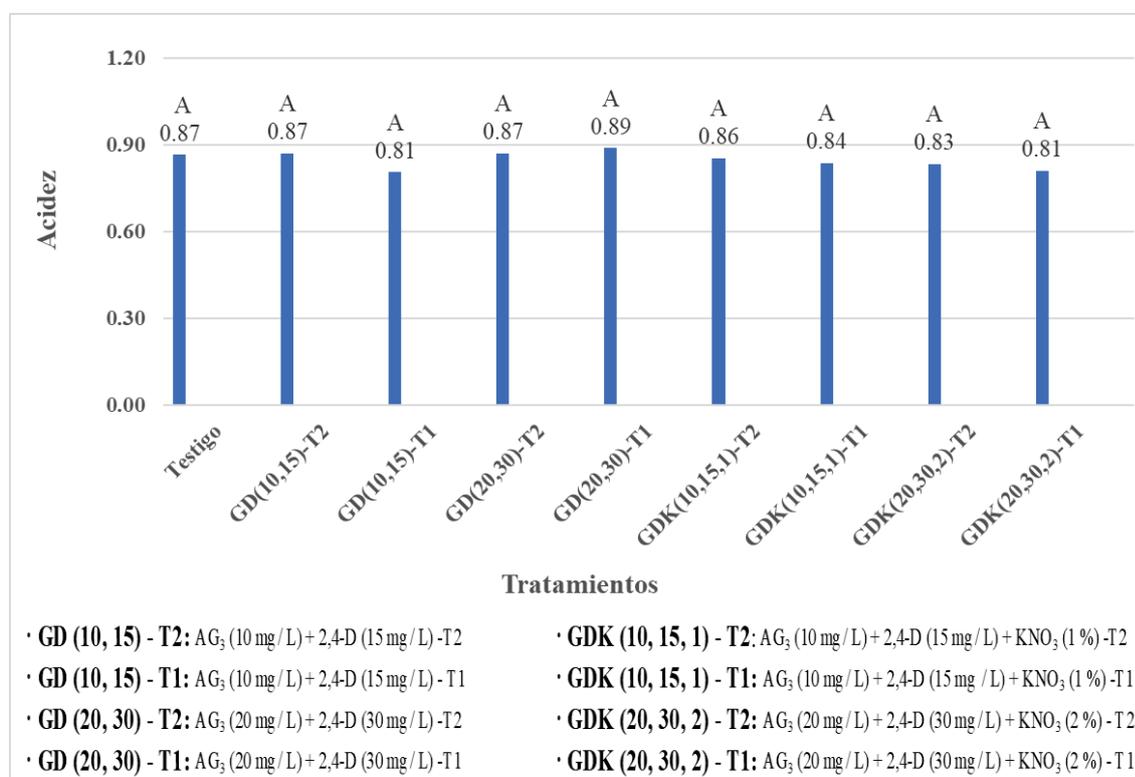


Figura 12: Promedio de la acidez de frutos del tanger 'H. Murcott'.

Los resultados coinciden con lo expuesto por Saleem (2007) quien no encontró una tendencia clara del contenido de acidez en el fruto con respecto a las aplicaciones de AG₃ y 2,4 D en *Citrus sinensis* cv. Blood red.

4.8. ÍNDICE DE MADUREZ

Los datos fueron sometidos a la prueba de Shapiro Willks (Anexo 46) y la prueba de varianza no constante (Anexo 47), cumpliendo ambos supuestos. Por lo que se procedió a realizar el ANOVA para la variable peso de fruto (Anexo 48) y se determinó que los tratamientos no son afectados por las aplicaciones.

La Figura 13 las medias de los tratamientos no presentan diferencias significativas entre sí.

La relación de sólidos solubles y acidez varía aproximadamente entre 10: 1 a 20: 1 durante el transcurso de la cosecha según Long et al. (1962) coincidiendo con los resultados obtenidos. En las regiones con climas mediterráneos, una relación de 8 entre los grados brix y la acidez, se considera un buen indicador de madurez, pero en las regiones tropicales en los que la acidez del fruto por lo general es menor, una relación de 12- 13 es aceptable (FAO, 2000).

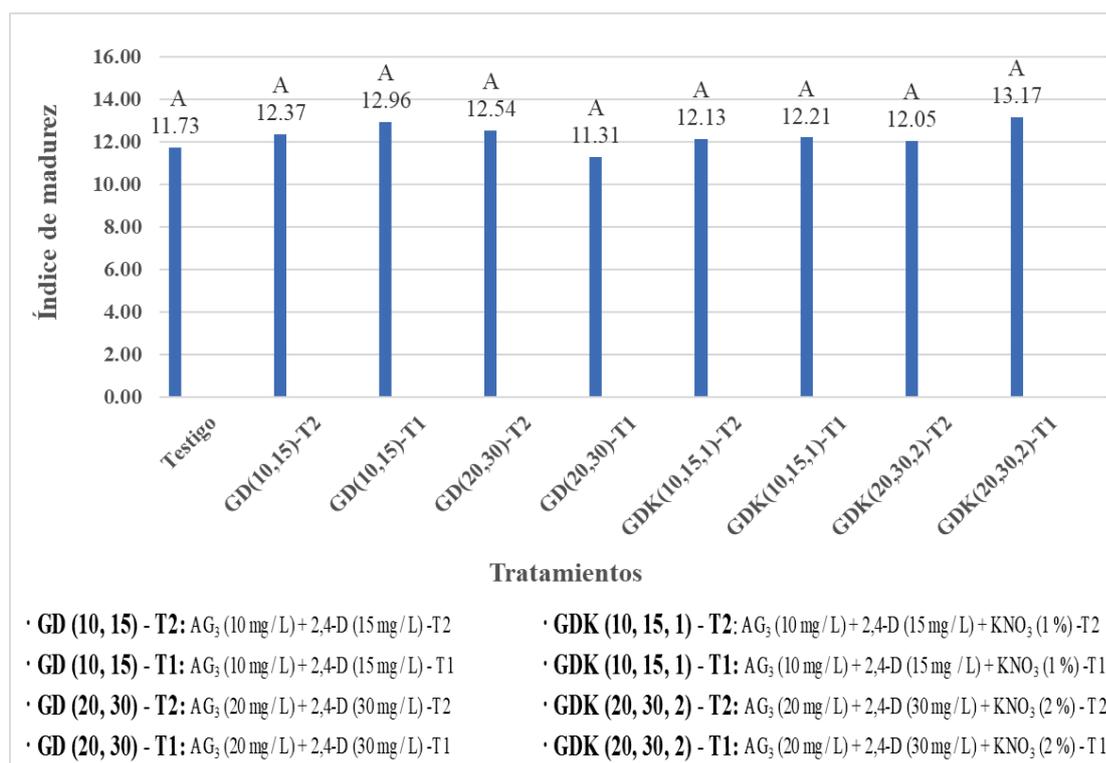


Figura 13: Promedio del índice de madurez de frutos del tangor 'H. Murcott'.

Los resultados obtenidos de los parámetros postcosecha no son estadísticamente significativos. El efecto sobre el crecimiento del fruto conseguido con la aplicación de auxinas de síntesis no altera las características intrínsecas del fruto en el momento de la maduración. Los cambios que se producen se deben exclusivamente, al incremento del tamaño que experimenta el fruto (Almela et al., 1991).

4.9. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ECONÓMICA POR EFECTO DEL RAJADO ESTILAR EN TONELADAS POR HECTÁREA

Rabe et al., Barry y Bower, citado por Cronjé et al. (2013) afirman que el porcentaje de frutos perdidos por este desorden fisiológico puede llegar hasta el 30 %. Es por ello, que se expone en la tabla 2 la estimación de la pérdida económica del rajado estilar para así poder determinar en términos monetarios la magnitud del daño causado por este desorden fisiológico.

Tabla 2: Pérdida económica por efecto del rajado estilar (t/ha).

| Tratamiento | Proporción de frutos rajados | Frutos rajados /árbol | Frutos rajados (Kg /árbol) | Frutos rajados (Kg/ha) | Valor de frutos rajados (dólares) | Valor de frutos rajados (soles) |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|--|
| <i>Testigo</i> | 0.24 (A) | 69.36 | 13.87 | 9238,75 | 3695,50 | 12195,15 |
| <i>GD (10,15)-T2</i> | 0.17 (AB) | 49.13 | 9.83 | 6544,12 | 2617,65 | 8638,23 |
| <i>GD (10,15)-T1</i> | 0.17 (AB) | 49.13 | 9.83 | 6544,12 | 2617,65 | 8638,23 |
| <i>GD (20,30)-T2</i> | 0.15 (B) | 43.35 | 8.67 | 5774,22 | 2309,69 | 7621,97 |
| <i>GD (20,30)-T1</i> | 0.17 (AB) | 49.13 | 9.83 | 6544,12 | 2617,65 | 8638,23 |
| <i>GDK (10,15,1)-T2</i> | 0.14 (B) | 40.46 | 8.09 | 5389,27 | 2155,71 | 7113,84 |
| <i>GDK (10,15,1)-T1</i> | 0.15 (B) | 43.35 | 8.67 | 5774,22 | 2309,69 | 7621,97 |
| <i>GDK (20,30,2)-T2</i> | 0.11 (B) | 31.79 | 6.36 | 4234,43 | 1693,77 | 5589,45 |
| <i>GDK (20,30,2)-T1</i> | 0.15 (B) | 43.35 | 8.67 | 5774,22 | 2309,69 | 7621,97 |

Donde:

| | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------|
| GD (10,15)-T2: +2,4D(15mg/L) – T 2 | AG ₃ (10mg/L) | GD (10,15,1)-T2: +2,4D(15mg/L) +KNO ₃ (1%) – T 2 | AG ₃ (10mg/L) |
| GD (10,15)-T1: +2,4D(15mg/L) – T 1 | AG ₃ (10mg/L) | GD (10,15,1)-T1: +2,4D(15mg/L) +KNO ₃ (1%) – T 1 | AG ₃ (10mg/L) |
| GD (20,30)-T2: +2,4D(30mg/L) – T 2 | AG ₃ (20mg/L) | GD (20,30,2)-T2: +2,4D(30mg/L) +KNO ₃ (2%) – T 2 | AG ₃ (20mg/L) |
| GD (20,30)-T1: +2,4D(30mg/L) – T 1 | AG ₃ (20mg/L) | GD (20,30,2)-T1: +2,4D(30mg/L) +KNO ₃ (2%) – T 1 | AG ₃ (20mg/L) |

Los tratamientos GD (20,30)-T2, GDK(10,15,1)-T2, GDK(10,15,1)-T1 GDK(20,30,2)-T1 y GDK (20,30,2)-T2 presentan las menores pérdidas económicas por el efecto del rajado estilar. En comparación con el testigo se puede observar una reducción de 3464.532 kg, 3849.48 kg, 3464.532 kg, 3464.532 kg y 5004.324 kg respectivamente.

4.10. RENTABILIDAD DE LAS APLICACIONES PARA EL CONTROL DEL RAJADO ESTILAR EN UNA HECTÁREA DE MANDARINA ‘H. MURCOTT’.

Tabla 3: Costos detallados de los productos aplicados en la investigación en comparación con la pérdida económica por efecto del rajado estilar.

| Tratamiento | Pérdida de los frutos rajados (soles/ha) | Costo de las aplicaciones (soles/ha) |
|---|---|---|
| <i>Testigo</i> | <i>12195,15</i> | |
| <i>AG3 (10 mg/L) + 2,4 D (15 mg/L) - Tiempo 2</i> | <i>8638,23</i> | <i>1070,08</i> |
| <i>AG3 (10 mg/L) + 2,4 D (15 mg/L) - Tiempo 1</i> | <i>8638,233</i> | <i>535,04</i> |
| <i>AG3 (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) - Tiempo 2</i> | <i>7621,97</i> | <i>1705,00</i> |
| <i>AG3 (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) - Tiempo 1</i> | <i>8638,23</i> | <i>852,50</i> |
| <i>AG3 (10 mg/L) + 2,4 D (15 mg/L) + KNO3 (1%) - Tiempo 2</i> | <i>7113,84</i> | <i>1198,08</i> |
| <i>AG3 (10 mg/L) + 2,4 D (15 mg/L) + KNO3 (1%) - Tiempo 1</i> | <i>7621,97</i> | <i>599,04</i> |
| <i>AG3 (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) + KNO3 (2%) - Tiempo 2</i> | <i>5589,45</i> | <i>1961,00</i> |
| <i>AG3 (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) + KNO3 (2%) - Tiempo 1</i> | <i>7621,97</i> | <i>980,5</i> |

Donde:

| | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------|
| GD (10,15)-T2: +2,4D(15mg/L) – T 2 | AG ₃ (10mg/L) | GD (10,15,1)-T2: +2,4D(15mg/L) +KNO ₃ (1%) – T 2 | AG ₃ (10mg/L) |
| GD (10,15)-T1: +2,4D(15mg/L) – T 1 | AG ₃ (10mg/L) | GD (10,15,1)-T1: +2,4D(15mg/L) +KNO ₃ (1%) – T 1 | AG ₃ (10mg/L) |
| GD (20,30)-T2: +2,4D(30mg/L) – T 2 | AG ₃ (20mg/L) | GD (20,30,2)-T2: +2,4D(30mg/L) +KNO ₃ (2%) – T 2 | AG ₃ (20mg/L) |
| GD (20,30)-T1: +2,4D(30mg/L) – T 1 | AG ₃ (20mg/L) | GD (20,30,2)-T1: +2,4D(30mg/L) +KNO ₃ (2%) – T 1 | AG ₃ (20mg/L) |

La tabla 3 nos detalla la pérdida económica por efecto del rajado estilar en soles por ha, la cual es superior en todos los tratamientos al costo de las aplicaciones, que incluye los jornales, el costo del combustible y la adquisición de los productos. La aplicación de cualquiera de los tratamientos será rentable, esto quiere decir que el costo de la aspersión de cualquier tratamiento será menor a la pérdida económica en soles generada por el rajado estilar.

V. CONCLUSIONES.

- Las aplicaciones combinadas de AG₃, 2,4-D y KNO₃ resultaron favorables en la reducción significativa de la proporción de frutos rajados frente al testigo. Con respecto a las dosis y los momentos de aplicación de los reguladores de crecimiento y el fertilizante foliar, no se encontró diferencias significativas para determinar cuál fue el mejor tratamiento.
- Los frutos tratados con las mayores dosis de AG₃ (20 mg/L) y 2,4-D (30 mg/ L) aplicados 23 días después del fin de la caída fisiológica, presentaron un incremento significativo en el diámetro del fruto.
- La proporción de frutos rajados presenta una relación inversa a la estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50cm²). El tratamiento que recibió las dosis más elevadas de AG₃ (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) + KNO₃ (2%), 23 y 65 días después de la caída fisiológica, presentó la mayor cantidad de frutos en un área de 50cm², esta superioridad es significativa con respecto al testigo.
- El tratamiento AG₃ (20 mg/L) + 2,4 D (30 mg/L) + KNO₃ (2%) – Tiempo 2 fue significativamente superior al tratamiento testigo en la variable peso del fruto.
- Los parámetros postcosecha como el porcentaje de zumo, sólidos solubles totales, acidez e índice de madurez no fueron afectados por las aplicaciones de los tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se deben realizar investigaciones implementando más dosis de los reguladores de crecimiento (AG₃ y 2,4-D) y del fertilizante foliar (KNO₃).
- Analizar la cronología del rajado estilar con cortes histológicos al fruto en el extremo estilar, para poder determinar el inicio del desorden fisiológico y como este se desarrolla en el tiempo. Esto permitiría proponer diferentes momentos de aplicación de los tratamientos.
- Determinar la correlación entre la variable relación diámetro/longitud (D/L) del fruto y la proporción de frutos rajados.
- Realizar un análisis nutricional para complementar el resultado de las variables analizadas con las concentraciones de nutrientes como el potasio en las hojas y frutos a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acevedo, R (2016). Manejo agronómico de *Citrus reticulata* Blanco variedad 'H. Murcott' (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú. Recuperado de:
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3132/ACEVEDO%20ALFARO,%20Rodolfo%20Hern%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agustí, M (2003). Alteraciones fisiológicas del fruto. Agustí, M (2003). 2da edición. *Citricultura* (pp 249-269). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Almela, V., Zaragoza, S., Primo-Millo, E y Agosto, M. (1994). Hormonal control of splitting in Nova mandarin fruit. *Revista Horticultural Science*, 69: 969- 973.
- Anthony, M y Coggins J. (1999). The efficacy of five forms of 2,4-D in controlling preharvest fruit drop in citrus. *Revista Scientia Horticulture*, 81: 267–277.
- Arteca, R. (1995). Physiology of fruit set, growth, development, Ripening, premature drop, and abscission. 1ra ed. *Plant growth substances, principles and applications*. (Pp 247-253). New York, E.E.U.U: Chapman and Hall.
- Bain, J. (1958). Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Revista Australian Journal of Botany*, 6:1–24.
- Bar-Akiva, A. (1975). Effect of potassium nutrition on fruit splitting in Valencia orange. *Revista Horticultural Science*, 50:85–89.
- Barry, G y Bower, J. (1997). Manipulation of fruit set and styler-end fruit split in 'Nova' mandarin hybrid. *Revista Scientia Horticulture*, 70:243–250.

- Batal, K; Weigle, J y Foley, D. (1971). Relation of strain-stress properties of tomato skin to cracking of tomato fruit. *Revista Horticultural Science*, 5:223-224.
- Berdeja, R; Hernández, K; Salazar, R; Vázquez, F; Méndez, J y Moreno, D. (2016). Aspersiones foliares con nitratos en lima ‘persa’. *Revista acta agrícola y pecuaria*, 2 (3): 72-77.
- Bons, H; Kaur, N y Rattanpal, H. (2015). Quality and quantity improvement of citrus: role of plant growth regulators. *Revista International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology (IJAEB)*, 8(2): 433-447.
- Borroto, C; López, V; González, A y Lisy P. (1988). Orange drops under tropical conditions and measures of control. *Revista Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1:268-271.
- Burns, J.; Achor, D. y Echeverria, E. (1992). Ultrastructural studies on the ontogeny of Grapefruit juice vesicles (*Citrus paradisi* Macf. Var Star Ruby). *Revista International Journal of Plant Sciences*, 153(1): 14 – 25.
- Calvert, D y Smith, R. (1972). Correction of Potassium Deficiency of Citrus with KNO_3 Sprays. *Revista Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20(3): 659-661.
- Cautín, R; Ferrer, C; Martiz, J y Saa, S. (2017). Increase in final fruit size of tangor (*Citrus reticulata* × *C. sinensis* cv W. Murcott) by application of benzyladenine to flowers. *Revista Scientia Horticulturae*, 223: 38-43.
- Chambers, J; Cleveland, S; Kleiner, B y Tukey, P. (1983). Symmetry Plots and transformations. *Graphical Methods for Data Analysis*. (pp 29-32). CRC Press. IDEM
- Chin, T y Lockhart, J. (1965). Translocation of applied gibberellin in bean seedlings. *Revista American Journal of Botany*, 52(8): 828-833.
- Cline, J. y Trought, M. (2007). Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries. *Revista Plant Science*, 87:545–550
- Coetzee, J. (2007). Potassium. *Revista Citrus Research International*, 4: 24-28
- Coit, J (1915). Citrus fruits. Bailey. H (1ra ed.) New York, E.E.U.U: Macmillan.

- Considine, J. y Brown, K. (1981). Physical aspects of fruit growth: Theoretical and analysis of distribution of surface growth forces in fruit relation to cracking and splitting. *Revista Plant Physiology*, 68, 371–376.
- Cronjé, P; Stander, O y Theron, K. (2013). Fruit Splitting in Citrus. *Revista Horticultural Reviews*, 41:177-200.
- Dalal, V y Beniwal, B. (2017). Influence of Foliar Sprays of Different Potassium Fertilizers on Quality and Leaf Mineral Composition of Sweet Orange (*Citrus sinensis*) cv. Jaffa. *Revista International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5 (5): 587-594.
- Davies, F y Albrigo, L. (1994). Citrus: crop production. *Revista Science horticulture series*, 3:134-135.
- Devi, K; Kumar, R; Wali, V; Bakshi, P; Sharma, N y Arya, V. (2018). Effect of foliar nutrition and growth regulators on nutrient status and fruit quality of Eureka lemon (*Citrus limon*). *Revista Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88 (5): 704–708.
- Duarte, A; Kanduser, M; García, A Y Guardiola, J. (2001). The anatomy of the fruit in relation to the propensity of citrus species to split. *Revista Scientia Horticulturae*, 87:3352.
- El-Otmani, M.; Lovatt, C.; Coggins, C y Agustí, M. (1995). Plant growth regulators in Citriculture: factors regulating endogenous levels in Citrus tissues. *Revista Plant Science*, 14:367-412.
- Erner, Y., Kaplan, Y., Artzi, B y Hamou, M. (1993). Increasing citrus fruit size using Auxins and potassium. *Revista Acta Horticulturae*, 329: 112-119.
- Et-Otmani, M, Coggins, C (1991) Growth regulator on retention of quality of stored citrus fruits. *Revista Scientia Horticulturae*, 45: 261 – 272. DOI: 10.1016/0304-4238(91)90072-7
- Fasiolo, A y Rey, F (2013). Contribución al conocimiento de la biología reproductiva de la mandarina ‘Afourer’ (*Citrus reticulata* Blanco) (tesis de pregrado). Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1742/1/3891fas.pdf>.

- Federación Argentina de citrus (FederCitrus) (10, mayo, 2018). La actividad citrícola en Argentina. Recuperado de <https://www.federcitrus.org/wp-content/uploads/2018/05/Actividad-Citricola-2018>.
- Fernández, V; Sotiropoulos, T y Brown, T (2015) Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Paris, Francia. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2000, 26 de junio). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Recuperado de: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>
- Ferner, J. (2002). Situación actual de los patrones tolerantes a tristeza en España. Revista *Jornadas técnicas de cítricos*, 42(97): 211.
- Fumiko, I; Tazima, Z; Vieira, C; y Rui, L. (2013). Performance of ‘Okitsu Satsuma’ Mandarin on nine rootstocks. Revista *Scientia Agrícola*, 70(6): 422-427.
- Futch, S y Jackson, L. (2003). Murcott (Honey Tangerine). Revista *Horticultural Sciences Department*.HS174. UF/IFAS.
- Gallegos, V; Jaramillo, M; Muñoz, C y Valqui, F (2017). Producción y exportación de mandarinas con variedades protegidas cultivadas en Salaverry para mercados de alto valor: plan de negocios para una nueva empresa (Tesis de maestría). Escuela Superior de Administración y Negocios, Trujillo, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1159>.
- García-Luis, A; Duarte, A; Porras, I; García-Lidón, A y Guardiola, J. (1994). Fruit splitting in ‘Nova’ hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatments. Revista *Scientia Horticulturae*, 57: 215-231
- Garmendia, A., Beltran, R., Zornoza, C., Garcia-Breijo, F., Reig, J., Merle, H. (2019) Gibberellic acid in Citrus spp. Flowering and fruiting: A systematic review. Revista *PLOS ONE*. DOI: 10.1371/journal.pone.0223147

- Gimeno, V; Díaz, L; Simón, S; Martínez, V; Martínez, J y García, F. (2014). Foliar potassium nitrate application improves the tolerance of *Citrus macrophylla* L. seedlings to drought conditions. *Revista Plant Physiology and Biochemistry*, 83: 308-315.
- Goldschmidt, E y Galili, D. (1992). Fruit splitting in 'Murcott' tangerines: control by reduced water supply. *Revista International Society of Citriculture*, 2:657–660.
- González-Sicilia; E (1968). El cultivo de los agrios. 3ra ed. Valencia, España: Editorial Bello.
- Greenberg, J., Eshel, E y Gotfreed, A. (1996). Effects of NAA, 2,4-D and 2,4-DP on yield, fruit size and creasing of 'Valencia' oranges. *Revista International Society of Citriculture*, 2: 934-937.
- Hedden, P y Sponsel, V. (2015). A Century of Gibberellin. *Revista Plant Growth Regulation*, 34(4):740-60
- Hutchison, D. (1965). Swingle Citrumelo: a promising rootstock hybrid. *Revista Agricultural Research Service*, 89-91.
- Iglesias, D; Cercós, M; Colmenero-Flores, J; Naranjo, M; Ríos, G; Carrera... (2007). Physiology of citrus fruiting. *Revista Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4):333-362
- Jervais, G.; Luukinen, B.; Buhl, K. y Stone, D (noviembre,2008). 2,4-D Technical Fact Sheet, National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. Recuperado de <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/2,4-DTech.html>.
- Khadivi-Khub, A. (2015). Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. *Revista Acta Physiologiae Plantarum*, 37(1718): 1-14
- Kopper, J. (2015). Determinación de la eficacia del ácido giberélico (Progibb® 40 wg) sobre el rendimiento y la calidad de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) Var. Na 56–42 (Tesis de pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica Guanacaste, Costa Rica.). Recuperado de:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6484/determinacio_eficacia_acido_giberelico_cana_de_azucar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lavon, R; Shapchiski, E, Mohel y Zur, N. (1992). Nutritional and hormonal sprays decreased fruit splitting and fruit creasing of 'Nova'. *Revista Agricultural Research Organization*, 72:1952- 1257.

Leopold, C (1955). Auxins and plant growth. 1ra ed. California, USA: University of California Press.

Leopold, C y Kriedemann, P (1975). Plant Growth and Development. 2da ed. California, USA: McGraw-Hill.

Long, W; Sunday, M y Harding, P. (1962). Seasonal Changes in Florida Murcott Honey Oranges. *Revista USDA Technical Bulletins*, 1271: 1-40

Lovatt, C. (1999). Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size. *Revista Hort Technology*, 9: 607-12

Luaces, P; Rodríguez, V; Piccoli, A; Chabbal, M; Giménez, L y Martínez, G. (2014). Foliar nutrition to 'Valencia Late' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) orange and tangor 'Murcott' (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck) trees with macronutrients. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(1): 87-96.

Marschner, H (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2da ed. Londres, Reino Unido: Academic Press.

Mehouachi J; Serna, D; Zaragoza, S; Agustí, M; Talon, M y Primo-Millo, E. (1995). Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. *Revista Plant Science*, 107:189-97.

Mesejo, C; Reig, C; Martínez-Fuentes, A; Gambetta, G; Gravina, A y Agustí, M. (2016). Tree water status influences fruit splitting in Citrus. *Revista Scientia Horticulturae*, 209:96-104.

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2019). Anuario de producción agrícola. Recuperado de <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>

- Mitchell, J. (1961). Fundamentals of plant development in the field of plant growth regulators. *Revista Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 88:299–312.
- Modise, D., Likuku, A., Thuma, M., Phuti, R. (2009) The influence of exogenously applied 2,4 – dichlorophenoxyacetic acid on fruit drop and quality of navel oranges (*Citrus sinensis* L.) *Revista African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (10), 2131 – 2137
- Obenland, D; Collin, S; Mackey, B; Sievert, J y Lu, M. (2011). Postharvest biology and technology storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Revista Postharvest Biology and Technology*, 59: 187-193.
- Ordúz-Rodríguez, J; Monroy, H; Fischer Gerhard y Herrera A. (2009). Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina (*Citrus reticulata*) ‘Arrayana’ en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 3(2):149-160.
- Pattison, R; Csukasi, F y Catalá, C. (2014). Mechanisms regulating auxin action during fruit development. *Revista Physiologiae Plantarum*, 151: 62–72.
- Peterson, M., McMaster, S., Riechers, D., Skelton, J. y Stahlman, P. (2016). 2,4-D past, present, and future: a review. *Revista Weed Technology*, 30(2): 303-345.
- Petrasek, J y Friml, J. (2009). Auxin transport routes in plant development. *Revista Experimental Botany*, 136: 2675-2688.
- Pinheiro, A; Jacomino, A; Arruda, M y Kluge, R. (2011). Duration of hydrothermal treatment and peeling of ‘Murcott’ tangor. *Revista Scientia Agricola*, 68(6): 638-642
- Press, A. (2016). Effect of gibberellic acid on absorption, translocation and degradation of 2, 4-D in red kidney bean. *Revista Science Society of America*, 7(4): 436-441.
- Quaggio, J; Junior, D; Cantarella, H y Stuchi, E. (2004). Sweet orange trees grafted on selected rootstocks fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium. *Revista Pesqui. agropec. bras*, 39(1): 55-60.

- Rabe, E y Van Rensburg, P. (1996). Gibberellic acid sprays, girdling, flower thinning and potassium applications affect fruit splitting and yield in the 'Ellendale' tangor. *Revista Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 71(2):195-203.
- Ramiro, E; Caballero, A y Herrera, M. (2017). Transformación de variables binomiales para su análisis según un diseño de bloques al azar. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 108-114.
- Rebolledo, A.; García, Luis A. y Guardiola, J. L. (2007). Efecto del ácido indolacético sobre el desarrollo in vitro de los tejidos del fruto del naranjo dulce. *Revista Acta Agronómica*, 56(4):177 – 185.
- Reuther, W. (1973). Climate and citrus behavior. *Revista the citrus industry*, 3: 280- 337
- Reyes, T. (2012). Evaluación técnica-económica de la plantación y cultivos de mandarina 'H. Murcott', en reemplazo de palta 'Hass'. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/110862>
- Rohrbaugh, L y Rice, E. (1949). Effect of application of sugar on the translocation of sodium 2,4-D by bean plants in the dark. *Revista Botanical Gazette*, 111:85-89.
- Ruiz, R.; García-Luis, A; Monerri, C y Guardiola, J. (2001). Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. *Revista Annals of Botany*, 87: 805–812
- Saleem, B. A., Malik, A. U., Farooq, M. (2007) Effect of exogenous growth regulators application on June fruit drop and fruit quality in *Citrus sinensis* cv. Blood red. *Pakistan Journal Agricultural Science Vol. 4*, pág 289 – 284.
- Salisbury, F y Ross. C. (2000). *Fisiología vegetal*. 1ra ed. Ciudad de México, México: Interamericana.
- Sangwan, A; Rattanpal, H; Arora, N y Dalal, R. (2008). Effect of foliar application of potassium on fruit yield and quality of Kinnow mandarin. *Revista Ecology and Environment*, 26(4):2315-2318.

- Sarrwy, S; El-Sheikh, M; Kabeil, A y Shamsel- Din. (2012). Effect of foliar application of different potassium forms supported by zinc on leaf mineral contents, yield and fruit quality of 'Balady' mandarine trees. *Revista Middle-East Journal of Scientific Research*, 12 (4): 490-498.
- Sergen, E. y Ferrari, D. (1986). Efectos del nitrato de potasio sobre la floración, fructificación y rendimiento del mango (*mangifera indica L.*) var. Haden. (Tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- Smith, T. (1970). The biosynthesis and metabolism of putrescine in higher plants. *Revista New York Academy of Sciences*, 171: 988-1001.
- Spiegel-Roy, P y Goldshmidt, E. (1996). Biology of citrus. *Revista New Phytologist*, 136 (2): 369–374.
- Stander, O (2013). Fruit split and fruit size studies on Citrus. (Tesis de maestría). Stellenbosch University. Provincia Occidental del Cabo, Sudáfrica.
- Stander, O; Cronjé, P y Theron, K. (2014). Foliar 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) application after physiological fruit drop reduces fruit splitting and increases fruit size in mandarin. *Revista Plant bioregulators in fruit production (XIIth IS)*. 43-50p.
- Stander, O; Cronjé, P; Theron, K y Verreynne, J. (2012). Novel usage of 2,4-D to increase citrus fruit quality. *Revista Acta Horticulturae*, 1007: 831-836.
- Suttle, j y Hultstrand, J. (1987). Physiological Studies of a Synthetic Gibberellin-Like Bioregulator II. *Revista Plant Physiology*, 84: 1068-1073.
- Taiz, L y Zeiger, E (2006). Fisiología vegetal. 3 ed. Castellón, España: Universitat Jaume.
- Talon, M; Tadeo, F y Zeevaart, J. (1991). Cellular changes induced by exogenous and endogenous gibberellins in the shoot tips of the long-day plant *Silene armeria*. *Revista Planta*, 185: 487-93
- Trinidad, A y Aguilar, D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Revista Terra Latino Americana*, 17(3): 1-9.

- United State Department of Agriculture (USDA). (2019). Citrus: World Markets and Trade. Recuperado de <https://www.fas.usda.gov/data/citrus-world-markets-and-trade>
- Vashisth, T; Oswalt, C; Zekri, M; Alferez, F y Burrow, J. (2018). Citrus production guide: plant growth regulators. Revista *Horticultural Sciences Department*, HS1310:1-4
- Verner, L. (1935). A physiological study of cracking in Stayman Winesap apples. Revista *Journal of agricultural research*, 51:191–222.
- Vijay, R; Dalal, B y Saini, H. (2017). Effect of foliar application of potassium and its spray schedule on yield and yield parameters of sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck) cv. Jaffa. Revista *Applied and Natural Science*, 9 (2): 786 – 790. DOI: 10.31018/jans.v9i2.1276
- Yfran, M; Chabbal, M; Píccoli, A; Giménez, L; Rodríguez, V y Martínez, G. (2017). Incidencia sobre la nutrición y calidad de frutos en mandarino ‘Nova’. Revista *Cultivos Tropicales*, 38(4): 22-29.
- Zur, N; Shlizerman, L; Ben-Ari, G y Sadka, A. (2017). Use of magnetic resonance imaging (MRI) to study and predict fruit splitting in citrus. Revista *Horticulture journal* 86(2):151-158.

VIII. ANEXOS.

Anexo 1. Ficha técnica de BioEcol Citri Flor ®

| FICHA TÉCNICA | | | | |
|---|--------------|--|--|---------|
| PRODUCTO: | | BioEcol® Citri Flor Fitorregulador líquido | | |
| COMPOSICIÓN | | | | |
| Isopropil ester del ácido 2,4 D (Auxina) | | 11.50 % | | |
| Aminoácidos | | 5.00 % | | |
| Polícarboxilos | | 0.30 % | | |
| DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: | | | | |
| <p>BioEcol Citri Flor® 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 incremente la producción en Paltos y Cítricos.</p> <p>Evita el aborto de flores y posteriormente de frutos en Paltos y Cítricos.</p> <p>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 BioEcol Citri Flor®, promueve la fecundación, con excelentes resultados. Al incrementar el amarre de flores, aumenta por consecuencia la producción y calidad de frutos.</p> | | | | |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS | | | | |
| Apariencia | | Líquido color azul | | |
| Pureza | | 99.9 % | | |
| Punto de ebullición | | 90 - 97 °C | | |
| Impurezas | | 0.001 % máx. | | |
| Solubilidad | | 100 % soluble en agua | | |
| pH | | 5.8 - 5.9 | | |
| Densidad | | 20 - 25 °C | | |
| Temperatura óptima de aplicación | | 20 - 25 °C | | |
| CUADRO DE USOS: | | | | |
| CULTIVO | DOSIS FOLIAR | | ÉPOCA DE APLICACIÓN | USO |
| | ml/Cil | ppm | | |
| Palto | 20 - 50 | 100 - 250 | Floración (50% flor abierta y 50% de flor en botón). | Cuajado |
| Cítricos | 20 | 100 | Floración (50% flor abierta y 50% de flor en botón). | Cuajado |
| | 10 - 20 | 50 - 100 | Crecimiento de fruto (10 - 20 mm). | Cuajado |

Anexo 2. Ficha técnica de GiberTab ®

| | | |
|---|---|--|
|  | <i>FICHA TÉCNICA</i> | Revisión: 06 Aprobado: JR Fecha: 09-10-14 Página 1 de 3 |
| |  | |

| | | |
|--------------------|---|--------------------------|
| Producto | : | GIBER TAB® 125 TB |
| Ingrediente activo | : | Ácido Giberélico |
| Clase de uso | : | Regulador de Crecimiento |
| Formulación | : | Tabletas Solubles (ST) |
| Concentración | : | 12.5 % |
| Registro | : | PBUA N° 117-SENASA |
| Titular | : | POINT ANDINA S.A. |
| Distribuidor | : | SILVESTRE PERÚ S.A.C. |

TOXICOLOGÍA DEL PRODUCTO

GIBER TAB® es un regulador de crecimiento agrícola, categorizado como **LIGERAMENTE TÓXICO**.

MECANISMO Y MODO DE ACCIÓN

GIBER TAB® es un regulador de crecimiento vegetal a base de ácido giberélico. Estimula la elongación celular, provocando un aumento del tamaño de las células y por ende del órgano respectivo. En algunos cultivos estimula la floración y en otros puede provocar raleado de frutos.

GIBER TAB® es un regulador de crecimiento caracterizado por sus efectos fisiológicos y morfológicos. Es traslocado en el interior de la planta, y generalmente, solo afecta a las partes aéreas. Su efecto más claro consiste en acelerar el crecimiento vegetativo de los brotes, produciendo plantas más grandes. Este efecto se debe principalmente a la elongación de las células pero, en algunos casos, la multiplicación celular también se ve incrementada. También actúa reforzando la dominancia apical, estimulando la floración, aumentando la fructificación, rompiendo la dormancia de las semillas, órganos vegetativos, evitando el estrés.

Se recomienda la aplicación de GIBER TAB® en los cultivos de tomate, papa, cucurbitáceas, alcachofa, vid, café, té, alfalfa, entre otros para regular y estimular el crecimiento de las plantas.

CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN

- Llenar el tanque con el volumen de agua requerido, agregar la cantidad necesaria de tabletas de GIBER TAB®, agitar y proceder al uso total de la mezcla el mismo día.
- Usar agua limpia, con pH ligeramente ácido entre 5 a 6; evitar, en todo momento, aplicar con aguas duras o alcalinas.
- GIBER TAB® no es tóxico para peces ni para abejas.
- Aplicar a primeras horas de la mañana o por la tarde, sin viento fuerte.
- Usar equipo de protección personal durante la manipulación, mezcla y aplicación del producto.
- Asegurar que la aplicación del producto sea uniforme, verificando que los equipos de aplicación se encuentren debidamente calibrados.
- Rotar con productos de diferente modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia de la plaga objetivo.

Anexo 3. Ficha técnica de Nitrato de potasio ®



NITRATO DE POTASIO SOLAR
13%N + 46%K₂O
FERTILIZANTE SOLUBLE

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

| PARÁMETRO | CONTENIDO |
|----------------------------|------------------|
| Fórmula Química | KNO ₃ |
| Peso Molecular | 101.103 |
| Concentración | 99 % |
| Nitrógeno (N) | 13.7 % |
| Potasio (K ₂ O) | 46.2% |
| Humedad | 0.2 % máx. |
| Cloro | 0.02 % máx |
| Insolubles | 0.01 máx |
| pH (1%) | 5.4 |
| Presentación Física | Pólvo Cristalino |

- ✓ El Nitrato Potasio SOLAR es ideal para su uso en terrenos protegidos, para la fertilización de los cereales, hortalizas, frutas, flores y plantas ornamentales. Gracias a la inclusión de un antiglomerante innovador, el producto conserva el 100% de friabilidad durante el almacenamiento.
- ✓ El uso del Nitrato de Potasio mejora la capacidad de absorción de las raíces, la fotosíntesis y también mejora la estructura de los tejidos de la planta. Marcadamente mayor se hace la resistencia de las plantas a las condiciones adversas: a los cambios rápidos de los regímenes de temperatura y agua. El Nitrógeno activo en combinación con el alto nivel del Potasio promueve la mejora visible de tales parámetros de calidad como el aspecto de los tubérculos y frutas, teniendo también un impacto significativo en la productividad.

Anexo 4. Coeficiente de variabilidad para la variable proporción de frutos rajados sin transformación.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| Proporción de frutos rajados | 225 | 1 | 0.75 | 46.49 |

Anexo 5. Cuadro resumen de la evolución de la proporción de frutos rajados con respecto al tiempo.

| Tratamientos | Repetición | 20-Ene | 3-Feb | 17-Feb | 2-Mar | 17-Mar | 24-Mar | 7-Abr | 21-Abr | 5-May | 19-May | 2-Jun |
|---------------|------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Tratamiento 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.25 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.15 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.15 | 0.3 | 0.45 | 0.45 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.13 | 0.27 | 0.38 | 0.38 |
| Tratamiento 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.1 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.1 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.25 | 0.45 | 0.75 | 0.75 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.09 | 0.2 | 0.28 | 0.28 |
| Tratamiento 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.45 | 0.45 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.25 | 0.25 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.35 | 0.35 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.12 | 0.29 | 0.29 |
| Tratamiento 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.04 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| Tratamiento 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.35 | 0.35 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.25 | 0.25 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.45 | 0.6 | 0.6 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.08 | 0.18 | 0.28 | 0.28 |
| Tratamiento 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.35 | 0.35 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.3 | 0.3 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.08 | 0.13 | 0.24 | 0.24 |
| Tratamiento 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.3 | 0.3 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.07 | 0.15 | 0.26 | 0.26 |
| Tratamiento 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.15 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.15 | 0.25 | 0.25 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.2 | 0.2 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.13 | 0.19 | 0.19 |
| Tratamiento 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.15 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.3 | 0.3 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.25 | 0.3 | 0.3 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | Media | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0.11 | 0.17 | 0.23 | 0.23 |

Anexo 6. Supuesto de normalidad para la variable proporción de frutos rajados sin transformación (Test de Shapiro-Wilks).

| Variable | N | Media | D.E. | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0 | 0.07 | 0.99 | 0.4326 |

Anexo 7. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable proporción de frutos rajados sin transformación.

| Variable | N | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 9.0039 | 1 | 0.0027 |

Anexo 8. Coeficiente de variabilidad para la variable proporción de frutos rajados con transformación

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|------------------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Proporción de frutos rajados | 225 | 1 | 0.78 | 31.29 |

Anexo 9. Supuesto de normalidad para la variable proporción de frutos rajados (Test de Shapiro-Wilks) con transformación.

| Variable | N | Media | D.E. | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0 | 0.07 | 0.99 | 0.4326 |

Anexo 10. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable proporción de frutos rajados con transformación.

| Variable | N | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0.8763 | 1 | 0.3492 |

Anexo 11. ANOVA para la variable proporción de frutos rajados con transformación.

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F Cal | p-valor |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|--------------|----------------|
| Modelo | 9.28 | 48 | 0.19 | 17.6 | <0.0001 |
| Tratamiento | 0.48 | 8 | 0.06 | 5.45 | <0.0001 |
| Tratamiento>árbol | 3.04 | 36 | 0.08 | 7.69 | <0.0001 |
| Fecha | 5.76 | 4 | 1.44 | 131.03 | <0.0001 |
| Error | 1.93 | 176 | 0.01 | | |
| Total | 11.21 | 224 | | | |

Anexo 12. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable proporción de frutos rajados.

| Datos originales | | |
|-------------------------|--------------|-------------|
| Tratamiento | Media | Sig. |
| T1 | 0.24 | A |
| T2 | 0.17 | AB |
| T3 | 0.17 | AB |
| T5 | 0.17 | AB |
| T4 | 0.15 | B |
| T7 | 0.15 | B |
| T9 | 0.15 | B |
| T6 | 0.14 | B |
| T8 | 0.11 | B |

| Datos transformados | | |
|----------------------------|--------------|-------------|
| Tratamiento | Media | Sig. |
| T1 | 0.26 | A |
| T2 | 0.19 | AB |
| T3 | 0.19 | AB |
| T5 | 0.18 | AB |
| T7 | 0.17 | B |
| T9 | 0.17 | B |
| T4 | 0.16 | B |
| T6 | 0.16 | B |
| T8 | 0.13 | B |

Anexo 13. Cuadro resumen de la evolución en el tiempo del diámetro del fruto (mm).

| Tratamientos | Repetición | 20-Ene | 3-Feb | 17-Feb | 2-Mar | 17-Mar | 24-Mar | 7-Abr | 21-Abr | 5-May | 19-May | 2-Jun |
|---------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tratamiento 1 | 1 | 36.797 | 41.704 | 45.502 | 50.142 | 54.475 | 55.264 | 59.366 | 61.916 | 64.263 | 68.689 | 69.056 |
| | 2 | 35.478 | 42.496 | 47.04 | 50.704 | 53.253 | 56.085 | 59.339 | 62.606 | 65.216 | 68.117 | 69.765 |
| | 3 | 35.257 | 40.577 | 45.183 | 48.911 | 51.925 | 54.555 | 56.907 | 59.739 | 62.31 | 65.487 | 65.975 |
| | 4 | 36.291 | 40.464 | 44.918 | 48.159 | 51.307 | 52.561 | 56.485 | 59.6 | 62.477 | 64.825 | 65.571 |
| | 5 | 34.031 | 38.591 | 42.862 | 45.799 | 48.233 | 50.403 | 54.652 | 57.273 | 59.977 | 62.273 | 63.149 |
| | Media | 35.571 | 40.766 | 45.101 | 48.743 | 51.838 | 53.773 | 57.35 | 60.227 | 62.848 | 65.878 | 66.703 |
| Tratamiento 2 | 1 | 37.833 | 41.298 | 45.635 | 48.819 | 51.64 | 53.514 | 56.968 | 59.301 | 62.042 | 65.517 | 66.036 |
| | 2 | 39.886 | 41.838 | 45.051 | 48.067 | 50.647 | 51.96 | 56.226 | 59.187 | 62.736 | 66.644 | 67.064 |
| | 3 | 34.267 | 37.679 | 41.279 | 43.795 | 46.202 | 48.178 | 51.242 | 55.683 | 57.729 | 57.98 | 58.298 |
| | 4 | 36.889 | 40.365 | 45.532 | 49.921 | 52.78 | 54.236 | 57.41 | 62.455 | 65.415 | 70.463 | 71.195 |
| | 5 | 36.308 | 43.048 | 46.969 | 49.496 | 51.71 | 54.484 | 59.098 | 62.295 | 64.479 | 67.641 | 68.654 |
| | Media | 37.036 | 40.845 | 44.893 | 48.019 | 50.596 | 52.474 | 56.189 | 59.784 | 62.48 | 65.649 | 66.249 |
| Tratamiento 3 | 1 | 38.842 | 42.794 | 46.82 | 50.108 | 52.848 | 54.627 | 58.017 | 60.631 | 62.341 | 66.423 | 66.896 |
| | 2 | 36.946 | 39.582 | 46.784 | 48.652 | 50.96 | 52.669 | 56.535 | 59.451 | 62.875 | 66.967 | 67.46 |
| | 3 | 37.798 | 41.703 | 45.845 | 49.797 | 52.606 | 55.082 | 58.349 | 60.362 | 62.722 | 65.167 | 65.746 |
| | 4 | 37.657 | 42.959 | 49.368 | 50.979 | 53.355 | 55.212 | 59.484 | 62.401 | 64.896 | 67.844 | 68.168 |
| | 5 | 35.794 | 39.56 | 44.466 | 46.034 | 48.746 | 50.758 | 54.176 | 56.965 | 59.747 | 62.319 | 62.849 |
| | Media | 37.407 | 41.319 | 46.656 | 49.114 | 51.703 | 53.669 | 57.312 | 59.962 | 62.516 | 65.744 | 66.224 |
| Tratamiento 4 | 1 | 35.949 | 40.104 | 46.682 | 49.953 | 51.635 | 54.007 | 57.71 | 60.65 | 63.998 | 67.483 | 69.222 |
| | 2 | 37.127 | 41.527 | 47.792 | 49.752 | 52.712 | 54.838 | 58.732 | 61.787 | 65.162 | 67.962 | 68.38 |
| | 3 | 35.763 | 41.07 | 45.537 | 49.308 | 52.531 | 55.21 | 59.094 | 62.817 | 65.136 | 68.778 | 69.602 |
| | 4 | 37.259 | 41.755 | 47.142 | 49.2 | 51.797 | 52.773 | 56.603 | 58.993 | 61.802 | 65.873 | 66.149 |
| | 5 | 36.354 | 40.84 | 45.469 | 47.694 | 50.516 | 52.761 | 56.34 | 58.862 | 61.76 | 65.646 | 65.874 |
| | Media | 36.49 | 41.059 | 46.524 | 49.181 | 51.838 | 53.917 | 57.696 | 60.622 | 63.571 | 67.148 | 67.845 |
| Tratamiento 5 | 1 | 40.556 | 46.813 | 52.536 | 54.125 | 56.568 | 58.625 | 62.204 | 65.193 | 68.314 | 72.794 | 73.138 |
| | 2 | 35.168 | 40.725 | 47.356 | 49.804 | 52.123 | 54.941 | 58.33 | 61.513 | 64.013 | 66.975 | 67.908 |
| | 3 | 35.413 | 40.596 | 45.548 | 49.671 | 52.382 | 54.483 | 58.023 | 61.462 | 64.768 | 65.545 | 66.045 |
| | 4 | 36.424 | 41.885 | 47.787 | 50.152 | 52.703 | 55.435 | 59.146 | 62.416 | 65.739 | 69.517 | 69.896 |
| | 5 | 35.828 | 40.637 | 46.764 | 49.287 | 51.498 | 52.044 | 56.709 | 59.409 | 61.196 | 63.012 | 63.213 |
| | Media | 36.678 | 42.131 | 47.998 | 50.608 | 53.054 | 55.105 | 58.882 | 61.998 | 64.806 | 67.569 | 68.04 |
| Tratamiento 6 | 1 | 35.825 | 41.377 | 47.493 | 49.914 | 51.948 | 54.161 | 57.283 | 59.876 | 63.136 | 66.869 | 66.98 |
| | 2 | 35.058 | 40.733 | 46.626 | 49.253 | 51.317 | 53.729 | 57.324 | 60.351 | 63.344 | 65.993 | 67.069 |
| | 3 | 34.538 | 41.01 | 46.523 | 48.672 | 50.501 | 53.257 | 56.774 | 59.375 | 62.102 | 64.734 | 65.445 |
| | 4 | 33.117 | 38.179 | 44.72 | 47.568 | 49.733 | 52.459 | 56.081 | 59.16 | 60.514 | 65.664 | 62.787 |
| | 5 | 34.198 | 38.32 | 43.734 | 46.079 | 47.69 | 49.956 | 52.892 | 55.555 | 58.778 | 62.673 | 63.264 |
| | Media | 34.547 | 39.924 | 45.819 | 48.297 | 50.237 | 52.712 | 56.07 | 58.863 | 61.574 | 65.186 | 65.109 |
| Tratamiento 7 | 1 | 38.44 | 42.954 | 47.937 | 50.936 | 53.016 | 54.932 | 58.154 | 60.995 | 64.082 | 69.229 | 70.008 |
| | 2 | 36.787 | 41.635 | 46.36 | 50.459 | 52.877 | 55.56 | 59.4 | 61.81 | 65.517 | 67.075 | 67.414 |
| | 3 | 34.496 | 39.352 | 44.58 | 47.859 | 50.058 | 52.185 | 55.837 | 58.991 | 61.974 | 64.628 | 65.886 |
| | 4 | 35.986 | 41.993 | 47.467 | 49.819 | 51.729 | 53.758 | 57.671 | 60.693 | 63.331 | 66.279 | 66.603 |
| | 5 | 31.302 | 37.021 | 41.984 | 44.369 | 46.507 | 48.76 | 52.601 | 56.446 | 59.165 | 63.196 | 63.615 |
| | Media | 35.402 | 40.591 | 45.665 | 48.688 | 50.837 | 53.039 | 56.733 | 59.787 | 62.814 | 66.081 | 66.705 |
| Tratamiento 8 | 1 | 38.893 | 43.332 | 49.919 | 52.528 | 55.364 | 57.999 | 61.329 | 64.573 | 67.679 | 71.509 | 71.984 |
| | 2 | 33.344 | 40.85 | 46.571 | 49.311 | 51.533 | 54.186 | 58.164 | 60.631 | 63.345 | 66.389 | 67.434 |
| | 3 | 34.648 | 40.198 | 44.947 | 48.376 | 50.907 | 52.654 | 56.467 | 59.054 | 62.111 | 65.432 | 65.774 |
| | 4 | 34.017 | 40.124 | 45.089 | 47.883 | 50.06 | 52.025 | 56.126 | 59.836 | 62.055 | 65.777 | 66.514 |
| | 5 | 34.469 | 40.184 | 44.66 | 47.385 | 49.709 | 52.122 | 56.513 | 60.323 | 63.668 | 67.691 | 68.382 |
| | Media | 35.074 | 40.937 | 46.237 | 49.096 | 51.514 | 53.797 | 57.72 | 60.883 | 63.771 | 67.359 | 68.017 |
| Tratamiento 9 | 1 | 37.818 | 42.65 | 48.565 | 51.412 | 54.288 | 56.18 | 60.205 | 63.172 | 65.867 | 68.95 | 69.196 |
| | 2 | 37.589 | 41.683 | 48.223 | 51.225 | 53.663 | 55.168 | 58.948 | 61.426 | 64.842 | 67.991 | 68.374 |
| | 3 | 37.043 | 41.436 | 47.675 | 50.287 | 52.309 | 54.185 | 58.681 | 61.54 | 64.063 | 66.994 | 67.683 |
| | 4 | 36.856 | 41.672 | 47.481 | 50.394 | 52.489 | 54.549 | 58.877 | 61.328 | 64.294 | 68.036 | 68.423 |
| | 5 | 36.952 | 41.032 | 47.485 | 50.083 | 52.432 | 54.773 | 59.043 | 62.399 | 65.988 | 70.648 | 71.515 |
| | Media | 37.251 | 41.695 | 47.886 | 50.68 | 53.036 | 54.971 | 59.151 | 61.973 | 65.011 | 68.524 | 69.038 |

Anexo 14. Coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de fruto sin transformación.

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|--------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Diámetro del fruto | 225 | 1 | 0.97 | 1.16 |

Anexo 15. Supuesto de normalidad para la variable diámetro de fruto sin transformación (Test de Shapiro-Wilks).

| Variable | n | Media | D.E. | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0 | 0.65 | 0.97 | 0.004 |

Anexo 16. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable diámetro del fruto sin transformación.

| Variable | N | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0.4427581 | 1 | 0.50579 |

Anexo 17. Coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de fruto con transformación (Lambda = -0.4).

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|-----------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Diámetro transformado | 225 | 1 | 0.976 | 1.100 |

Anexo 18. Supuesto de Normalidad para la variable diámetro de fruto con transformación (Test de Shapiro-Wilks) (Lambda = -0.4).

| Variable | N | Media | D.E. | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Residuales | 225 | 0 | 1.80E-03 | 0.98 | 0.2119 |

Anexo 19. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable diámetro del fruto con transformación ($\Lambda = -0.4$).

| Variable | N | X ² | gl | p-valor |
|------------|-----|----------------|----|---------|
| Residuales | 225 | 0.876329 | 1 | 0.34923 |

Anexo 20. ANOVA para la variable diámetro del fruto con transformación ($\Lambda = -0.4$).

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F Cal | p-valor |
|----------------------|----------|-----|----------|-----------|---------|
| Modelo. | 0.0003 | 48 | 5.80E-06 | 187.142 | <0.0001 |
| TRAT | 1.60E-05 | 8 | 2.00E-06 | 63.6469 | <0.0001 |
| TRAT>ARBOL | 0.0001 | 36 | 1.70E-06 | 55.3436 | <0.0001 |
| FECHA | 0.0002 | 4 | 5.00E-05 | 1620.3184 | <0.0001 |
| Error | 5.40E-06 | 176 | 3.10E-08 | | |
| Total | 0.0003 | 224 | | | |

Anexo 21. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable diámetro del fruto (Lambda = -0.4).

| Datos originales | | | Datos transformados | | |
|------------------|-------------|------|---------------------|-------------|------|
| Tratamiento | Media (mm.) | Sig. | Tratamiento | Media (mm.) | Sig. |
| T9 | 64.74 | A | T9 | 2.028 | A |
| T5 | 64.26 | A | T5 | 2.0265 | A |
| T8 | 63.55 | B | T8 | 2.0244 | B |
| T4 | 63.38 | B | T4 | 2.0239 | B |
| T1 | 62.6 | C | T1 | 2.0216 | C |
| T7 | 62.42 | C | T3 | 2.0209 | C |
| T3 | 62.35 | C | T7 | 2.0209 | C |
| T2 | 62.07 | C | T2 | 2.0202 | C |
| T6 | 61.36 | D | T6 | 2.0177 | D |

Anexo 22. Coeficiente de variabilidad para la variable conteo de frutos en 50 cm² sin transformación.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--|----|----------------|-------------------|-------|
| Conteo de frutos en 50 cm ² | 90 | 0.18 | 0.1 | 38.86 |

Anexo 23. Supuesto de normalidad para la variable conteo de frutos en 50 cm² sin transformación (Test de Shapiro-Wilks).

| Variable | n | Media | D.E. | W* | p-valor |
|------------|----|-------|----------|---------|---------|
| Residuales | 90 | 0 | 5.721338 | 0.96598 | 0.01854 |

Anexo 24. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable conteo de frutos en 50 cm² sin transformación.

| Variable | n | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 90 | 2.277256 | 1 | 0.13128 |

Anexo 25. Coeficiente de variabilidad para la variable conteo de frutos en 50 cm² con transformación

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|--|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Conteo de frutos en 50 cm ² | 90 | 0.19 | 0.11 | 19.5 |

Anexo 26. Supuesto de normalidad para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm²) con transformación (Test de Shapiro-Wilks).

| Variable | n | Media | D.E. | W* | p-valor |
|--|----------|--------------|-------------|-----------|----------------|
| Conteo de frutos en 50 cm ² | 90 | 0 | 0.715997 | 0.98904 | 0.6608 |

Anexo 27. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm²) con transformación.

| Variable | n | X² | gl | p-valor |
|--|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Conteo de frutos en 50 cm ² | 90 | 0.322643 | 1 | 0.57002 |

Anexo 28. ANOVA para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm²) con transformación

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | p-valor |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|----------------|
| Modelo | 10.49 | 8 | 1.31 | 2.33 | 0.0265 |
| Tratamiento | 10.49 | 8 | 1.31 | 2.33 | 0.0265 |
| Error | 45.63 | 81 | 0.56 | | |
| Total | 56.12 | 89 | | | |

Anexo 29. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable estimación de la carga frutal del árbol en un área conocida (50 cm²).

| Datos originales | | | Datos transformados | | |
|-------------------------|--------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------|
| Tratamiento | Media | Sig. | Tratamiento | Medias | Sig. |
| T8 | 20.3 | A | T8 | 4.47 | A |
| T7 | 17.1 | AB | T7 | 4.07 | AB |
| T6 | 16.1 | AB | T6 | 3.95 | AB |
| T9 | 16 | AB | T2 | 3.93 | AB |
| T2 | 15.9 | AB | T9 | 3.9 | AB |
| T3 | 15.6 | AB | T4 | 3.86 | AB |
| T4 | 15.4 | AB | T3 | 3.83 | AB |
| T5 | 11.8 | AB | T5 | 3.41 | AB |
| T1 | 10.7 | B | T1 | 3.21 | B |

Anexo 30. Coeficiente de variabilidad para la variable peso del fruto.

| Variable | R² | cv |
|-----------------|----------------------|-----------|
| Peso del fruto | 0.125 | 15.692 |

Anexo 31. Supuesto de normalidad para la variable peso del fruto (Test de Shapiro-Wilks).

| Variable | N | Media | W* | p-valor |
|------------|-----|-------|-------|---------|
| Residuales | 135 | 0 | 0.990 | 0.9526 |

Anexo 32. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable peso del fruto.

| Variable | n | X ² | gl | p-valor |
|------------|-----|----------------|----|---------|
| Residuales | 135 | 5.951 | 8 | 0.6527 |

Anexo 33. ANOVA para la variable peso del fruto.

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | Pr(>F) | Sig. |
|----------------------|------|------------|----------|--------|--------|------|
| Tratamientos | 8 | 17719.691 | 2214.961 | 2.260 | 0.027 | Sig. |
| Residuos | 126 | 123486.027 | 980.048 | | | |

Anexo 34. Supuesto de normalidad para la variable porcentaje de zumo (Test de Shapiro-Wilks)

| Variable | n | Media | W* | p-valor |
|------------|-----|-------|-------|---------|
| Residuales | 135 | 0 | 0.989 | 0.243 |

Anexo 35. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable porcentaje de zumo.

| Variable | n | X ² | gl | p-valor |
|------------|-----|----------------|----|---------|
| Residuales | 135 | 13.713 | 8 | 0.189 |

Anexo 36. ANOVA para la variable porcentaje de zumo.

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | Pr(>F) | Sig. |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|------------------|-------------|
| Tratamientos | 8 | 55.266 | 6.908 | 2.120 | 0.059 | n.s. |
| Residuos | 36 | 117.332 | 3.259 | | | |

Anexo 37. Coeficiente de variabilidad para la variable sólidos solubles totales.

| Variable | R² | cv |
|-----------------|----------------------|-----------|
| Tratamientos | 0.343 | 4.507 |

Anexo 38. Supuesto de normalidad para la variable sólidos solubles totales (Test de Shapiro-Wilks)

| Variable | n | Media | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 0 | 0.989 | 0.453 |

Anexo 39. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable sólidos solubles totales.

| Variable | n | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 13.713 | 8 | 0.388 |

Anexo 40. ANOVA para la variable sólidos solubles totales.

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | Pr(>F) | Sig. |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|------------------|-------------|
| Tratamientos | 8 | 4.080 | 0.510 | 2.344 | 0.038 | n.s. |
| Residuos | 36 | 7.832 | 0.218 | | | |

Anexo 41. Coeficiente de variabilidad para la variable acidez

| Variable | R² | cv |
|-----------------|----------------------|-----------|
| Tratamientos | 0.136 | 8.965 |

Anexo 42. Supuesto de normalidad para la variable acidez (Test de Shapiro-Wilks)

| Variable | n | Media | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 0 | 0.989 | 0.348 |

Anexo 43. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable acidez.

| Variable | n | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 13.713 | 8 | 0.239 |

Anexo 44. ANOVA para la variable acidez

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | Pr(>F) | Sig. |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|
| Tratamientos | 8 | 0.033 | 0.004 | 0.708 | 0.682 | n.s. |
| Residuos | 36 | 0.209 | 0.006 | | | |

Anexo 45. Coeficiente de variabilidad para la variable índice de madurez

| Variable | R² | cv |
|-----------------|----------------------|-----------|
| Tratamientos | 0.216 | 9.401 |

Anexo 46. Supuesto de normalidad para la variable índice de madurez (Test de Shapiro-Wilks)

| Variable | n | Media | W* | p-valor |
|-----------------|----------|--------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 0 | 0.972 | 0.344 |

Anexo 47. Supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable índice de madurez

| Variable | n | X² | gl | p-valor |
|-----------------|----------|----------------------|-----------|----------------|
| Residuales | 135 | 12.388 | 8 | 0.1347 |

Anexo 48. ANOVA para la variable índice de madurez

| Fuentes de variación | G. L | SC | CM | F. Cal | Pr(>F) | Sig. |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|
| Tratamientos | 8 | 13.230 | 1.654 | 1.242 | 0.304 | n.s. |
| Residuos | 36 | 47.937 | 1.332 | | | |

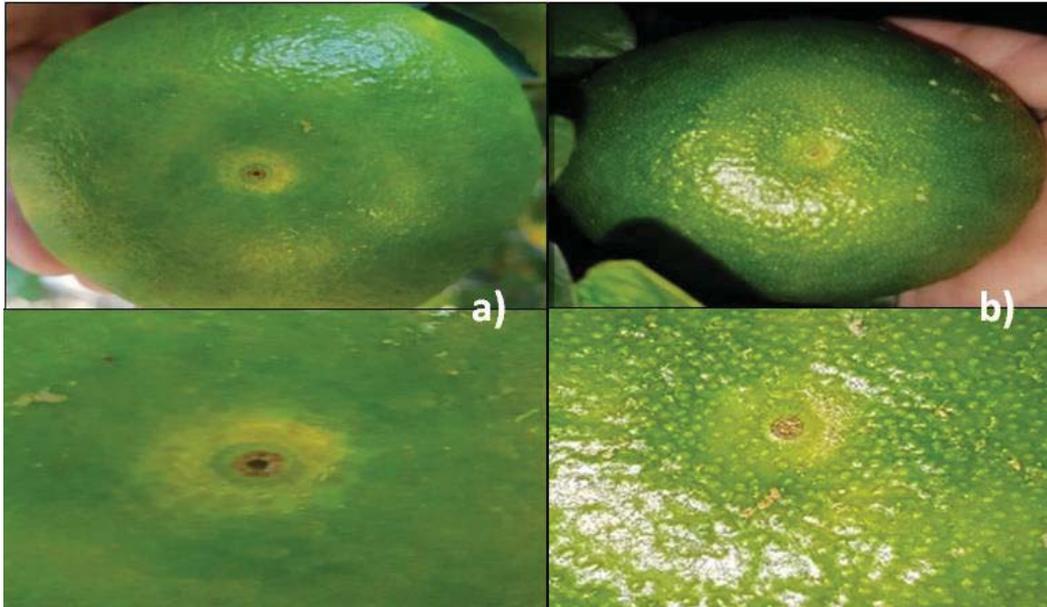
Anexo 49. Costo detallado de los productos aplicados.

| TRATAMIENTO | | 2,4-D | | AG ₃ | | KNO ₃ | | Costo | |
|-------------|----------------|-------|-------|-----------------|-----|------------------|-----|----------|---------|
| | | ml | S/. | tabla | S/. | kg. | S/. | subtotal | total |
| T1 | | | | | | | | | |
| T2 | 1ra aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | | | 317.46 | 634.92 |
| | 2da aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | | | 317.46 | |
| T3 | 1ra aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | | | 317.46 | 317.46 |
| T4 | 1ra aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | | | 634.92 | 1269.84 |
| | 2da aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | | | 634.92 | |
| T5 | 1ra aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | | | 634.92 | 634.92 |
| T6 | 1ra aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | 40 | 64 | 381.46 | 762.92 |
| | 2da aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | 40 | 64 | 381.46 | |
| T7 | 1ra aplicación | 60 | 17.46 | 40 | 300 | 40 | 64 | 381.46 | 381.46 |
| T8 | 1ra aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | 80 | 128 | 762.92 | 1525.84 |
| | 2da aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | 80 | 128 | 762.92 | |
| T9 | 1ra aplicación | 120 | 34.92 | 80 | 600 | 80 | 128 | 762.92 | 762.92 |

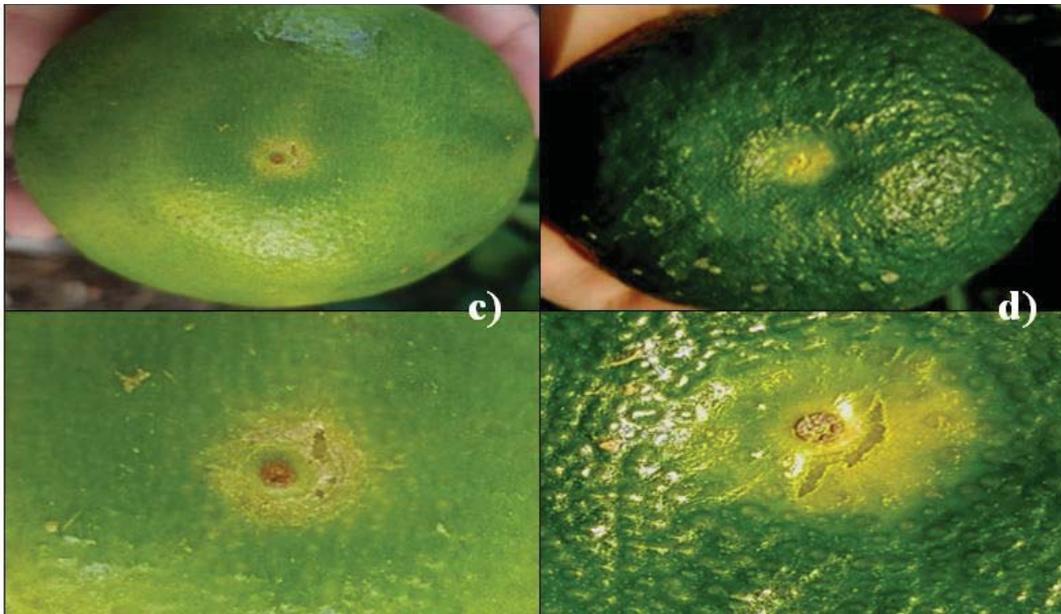
Anexo 50. Costo detallado de las aplicaciones.

| Tratamiento | | Galones de petróleo | Jornales | | Costo total |
|-------------|----------------|---------------------|-------------|------------|-------------|
| | | | Tractorista | Supervisor | |
| T1 | | | | | |
| T2 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 435.16 |
| | 2da aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | |
| T3 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 217.58 |
| T4 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 435.16 |
| | 2da aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | |
| T5 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 217.58 |
| T6 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 435.16 |
| | 2da aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | |
| T7 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 217.58 |
| T8 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 435.16 |
| | 2da aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | |
| T9 | 1ra aplicación | 110 | 51.29 | 56.29 | 217.58 |

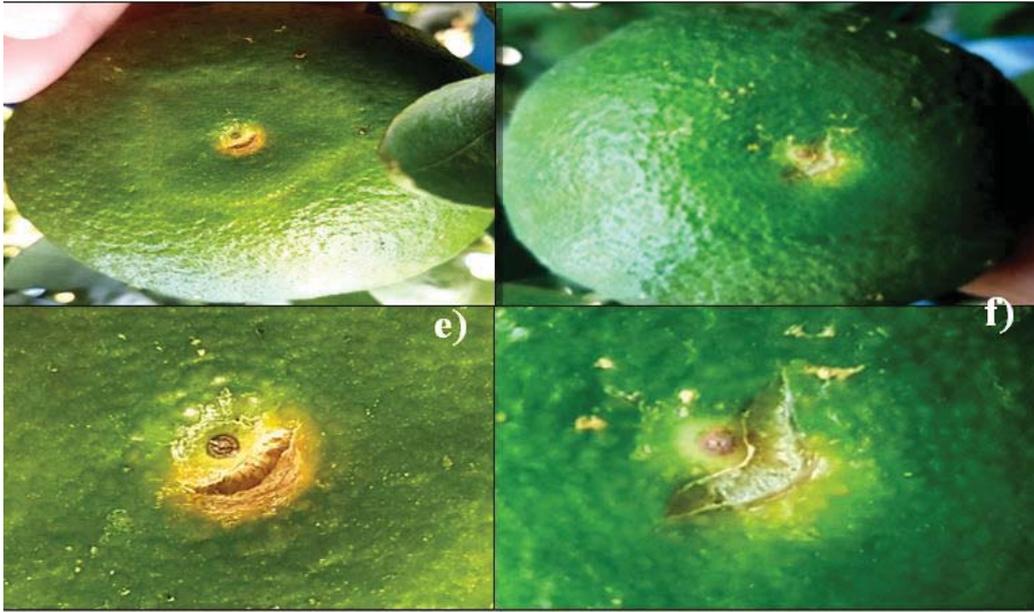
Anexo 51. Ciclo del rajado estilar



a) Inicio del amarillamiento en la zona estilar del fruto. b) Ligeró hundimiento en el exocarpo de la zona estilar.



c) Presencia de microgrietas en la zona estilar del fruto. d) El rajado estilar se extiende y se manifiesta como fisuras longitudinales.



e.) y f) Desarrollo de las fisuras longitudinales a nivel del estilo.



g) La fisura en la zona estilar supera los 20 mm de longitud, generando la exposición del mesocarpo. h) Las características internas del fruto son afectadas e inicia el proceso de maduración inducida. i) La fisura supera los 60 mm de longitud y provoca que el fruto se raje, lo cual expone el mesocarpo y al endocarpo al medio, generando su descomposición y propiciando el ataque de patógenos.