

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO NIVELES DE ETHREL
PARA DESVERDIZACIÓN POSTCOSECHA DE NARANJA**

(Citrus sinensis)

TESIS

Presentada por:

Bach. Coretta Sofía Barrios Mamani

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2026

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE
BASADRE GROHMANN**

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO NIVELES DE ETHREL PARA
DESVERDIZACIÓN POSTCOSECHA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)"**

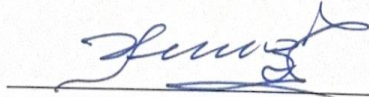
TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 27 DE DICIEMBRE DEL 2024;
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



MSc. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

VOCAL:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

ASESOR:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

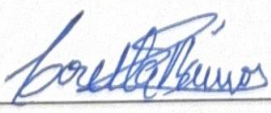
CERTIFICADO DE SIMILITUD

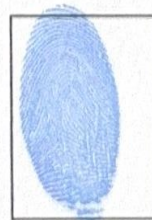
Yo, Oscar Octavio Fernández Cutire, en mi condición de asesor del trabajo de tesis titulado: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO NIVELES DE ETHREL PARA DESVERDIZACIÓN POSTCOSECHA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)"**. Presentando por la Bachiller CORETTA SOFÍA BARRIOS MAMANI, para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Turnitin, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 12%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el Repositorio Institucional. Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.

Tacna, 21 de Julio del 2025.


DR. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE




BACH. CORETTA SOFÍA BARRIOS MAMANI



DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, Roberto y Soledad, porque todos mis aciertos se los debo a ustedes, por motivarme, apoyarme y enseñarme, gracias, por haber hecho posible todo lo que he conseguido.

Uno de mis mayores logros no lo hubiera conseguido sin mi hermana, Estefanía, gracias por animarme a estudiar Agronomía, sin tu apoyo no hubiese podido concluir mi carrera.

A mi amado hijo Ítalo, aunque aún no lo comprendas, eres y serás lo más importante en mi vida, mi motor y motivo. Hoy doy un gran paso para ser tú ejemplo y que este logro te sirva de herramienta, eres la razón por la cual despierto y me esfuerzo diariamente, mi más grande inspiración.

A mis amigos y colegas, por su inspiración, su amistad y sus valiosas contribuciones, especialmente a mis queridos “injertos”.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud al Dr. Oscar Fernández Cutire, mi asesor, por su invaluable contribución, su motivación y apoyo, dedicación y orientación académica, fueron elementales para el avance y conclusión de esta investigación.

Estoy agradecida por el apoyo de los ingenieros Bret Luque y Elmer Cauna, así como el soporte de Moisés Joel Mamani Arias y Manuel Mahu, su colaboración fue indispensable para recolectar datos y llevar a cabo el análisis de esta investigación, estaré eternamente agradecida.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.1 Problema General	4
1.2.2 Problemas Específicos.....	4
1.3 Delimitación de la Investigación.....	4
1.3.1 Temporal	4
1.3.2 Espacial.....	4
1.4 Justificación	4
CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	6
2.1 Objetivos.....	6
2.1.1 Objetivo General	6
2.1.2 Objetivo Específico.....	6

2.2	Hipótesis	6
2.2.1	Hipótesis General.....	6
2.2.2	Hipótesis Específica.....	6
2.3	Variables.....	7
2.3.1	Variable Independiente X: Niveles de Ethrel	7
2.3.2	Variable Dependiente.....	7
CAPÍTULO III MARCO REFERENCIAL.....		8
3.1	Antecedentes.....	8
3.2	Bases Teóricas.....	9
3.2.1	Origen de la Naranja (Citrus sinensis).....	9
3.2.2	Taxonomía de la Naranja	10
3.2.3	Morfología	10
3.2.4	Fertilización	11
3.2.5	Índice de Madurez.....	12
3.2.6	Grados Brix	13
3.2.7	Acidez Titulable	13
3.2.8	Respiración	13
3.2.9	Peso de Fruto.....	14
3.2.10	Índice de Color.....	14
3.2.11	Estados de Madurez.....	15

3.2.11.1	Madurez fisiológica	15
3.2.11.2	Madurez de cosecha.....	16
3.2.11.3	Madurez de consumo u organoléptica	16
3.2.12	Alteraciones Observadas en las Frutas Maduras y su Correlación con la Composición Interna de las Mismas	16
3.2.12.1	Modificación del color.....	16
3.2.13	Alteración de la Textura y Firmeza	17
3.2.14	Etileno.....	17
3.2.15	Desverdizado.....	18
3.3	Definición de Términos	19
CAPÍTULO IV MATERIALES Y MÉTODOS.....		21
4.1	Tipo de Investigación	21
4.2	Ubicación del Campo Experimental	21
4.3	Población y Muestra	21
4.4	Material Experimental	21
4.4.1	Características de la Variedad Washington Navel	22
4.4.2	Producto Químico Utilizado	22
4.5	Tratamiento en Estudio	22
4.6	Diseño Experimental.....	23
4.7	Variables de Respuesta.....	23

4.8	Metodología de la Investigación	24
4.8.1	Peso Unitario de Fruto (g)	24
4.8.2	Índice de Color	24
4.8.3	Sólidos Solubles Totales	24
4.8.4	Acidez Total Titulable (ATT)	24
4.8.5	Índice de Madurez	24
4.9	Características de la Unidad Experimental	24
4.10	Instrumentos de Medición	25
4.11	Recolección de Datos	25
4.12	Métodos Estadísticos Utilizados	25
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
5.1	Resultados	26
5.1.1	Peso de Fruto (g)	26
5.1.2	Índice de Color (Nanómetros)	29
5.1.3	Grados brix	33
5.1.4	Acidez	36
5.1.5	Madurez de Fruto	39
5.2	Discusión de resultados	41
5.2.1	Peso de fruto	41
5.2.2	Índice de color	42

5.2.3	Grados Brix	42
5.2.4	Acidez	43
5.2.5	Madurez	43
CONCLUSIONES		44
RECOMENDACIONES		45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Distribución de tratamientos</i>	23
Tabla 2. <i>Análisis de varianza del peso de fruto - Día 3</i>	26
Tabla 3. <i>Análisis de Varianza del peso de fruto - Día 5</i>	26
Tabla 4. <i>Análisis de Varianza del Peso de fruto - Día 7</i>	27
Tabla 5. <i>Análisis de Varianza del Peso de fruto - Día 11</i>	27
Tabla 6. <i>Análisis de varianza del Índice de color - Día 3</i>	29
Tabla 7. <i>Análisis de varianza del Índice de color - Día 5</i>	29
Tabla 8. <i>Prueba de Duncan al 95% de índice de color</i>	30
Tabla 9. <i>Análisis de varianza del índice de color - Día 7</i>	30
Tabla 10. <i>Prueba de Duncan al 95% índice de color de fruto</i>	31
Tabla 11. <i>Análisis de varianza del Índice de color - Día 10</i>	31
Tabla 12. <i>Prueba de Duncan al 95%para índice de color - Día 10</i>	32
Tabla 13. <i>Análisis de Varianza de los Grados Brix del fruto - Día 3</i>	33
Tabla 14. <i>Análisis de Varianza de los Grados Brix - Día 5</i>	34
Tabla 15. <i>Análisis de Varianza de los Grados Brix - Día 7</i>	34
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza de Grados Brix - Día 10</i>	35
Tabla 17. <i>Análisis de Varianza de Acidez - Día 3</i>	36
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza de Acidez - Día 5</i>	36
Tabla 19. <i>Análisis de Varianza de Acidez - Día 7</i>	37
Tabla 20. <i>Análisis de Varianza de Acidez - Día 10</i>	37
Tabla 21. <i>Prueba de Duncan de Acidez al 95% - Día 10</i>	38
Tabla 22. <i>Análisis de Varianza de Madurez de Fruta - Día 3</i>	39

Tabla 23. <i>Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 5</i>	39
Tabla 24. <i>Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 7</i>	40
Tabla 25. <i>Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 10</i>	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Espectro electromagnético</i>	15
Figura 2. <i>Peso del fruto</i>	28
Figura 3. <i>Índice de color</i>	33
Figura 4. <i>Grados brix</i>	35
Figura 5. <i>Acidez</i>	38
Figura 6. <i>Madurez</i>	41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos reales de Peso de fruto en gramos del Día 1 al Día 10	54
Anexo 2. Datos reales de Grados Brix del Día 1 al Día 10.....	59
Anexo 3. Datos reales de Acidez en gr/cm ³ del Día 1 al Día 10.....	62
Anexo 4. Datos reales de Madurez del Día 1 al Día 10.....	66
Anexo 5. Datos reales de Índice de color en nanómetros	69
Anexo 6. Panel fotográfico	73

RESUMEN

La presente investigación titulada “Efecto de la aplicación de cuatro niveles de Ethrel para desverdización postcosecha de naranja (*Citrus sinensis*)” Se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología y Fisiología Vegetal ubicado en el Centro Experimental Agrícola “Los Pichones” se utilizaron 5 tratamientos y 4 repeticiones, se utilizó el diseño completamente al azar con niveles de Ethrel: t0: Testigo, t1: 400 ml/ 100Lt , t2: 300 ml/100Lt, t3: 200 ml/100Lt y t4: 150 ml/100Lt, para el análisis de datos se empleó la técnica del análisis de varianza a una probabilidad de F 0,05 y 0,01, para diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 95 % de confiabilidad. Los resultados señalan que la dosis de mayor efecto en la desverdización y mantenimiento de sus propiedades organolépticas en el transcurso de 10 días es de 300 ml/ 100 Lt. Asimismo, la dosis adecuada para desverdizar y prolongar mayor tiempo de duración en anaquel es de 150 ml/ 100Lt.

ABSTRACT

The present research entitled “Effect of the application of four levels of Ethrel for post-harvest degreening of orange (*Citrus sinensis*)” was developed in the Laboratory of Biotechnology and Plant Physiology located in the “Los Pichones” Agricultural Experimental Center, 5 treatments and 4 repetitions were used, the completely randomized design was used with Ethrel levels: t0: Control, t1: 400 ml/ 100Lt, t2: 300 ml/100Lt, t3: 200 ml/100Lt and t4: 150 ml/100Lt, for data analysis the variance analysis technique was used at a probability of F 0,05 and 0,01. For statistical differences between the averages, Duncan's multiple range test was used at 95% reliability. The results indicate that the dose with the greatest effect on degreening and maintaining its organoleptic properties over the course of 10 days is 300 ml/ 100 Lt. Likewise, the appropriate dose for degreening and prolonging longer shelf life is 150 ml/ 100Lt.

INTRODUCCIÓN

En 2022, la producción de naranjas a nivel mundial fue alrededor de 47,5 millones de TN, se estima que la producción mundial 2023-2024 aumentará ligeramente hasta 48,8 millones. (Orus, 2024)

Según lo referido por Ramos, (2024) las exportaciones de naranjas de Perú durante el periodo 2023 lograron un total de 23 552 061 kilos, por un valor FOB de US\$ 12 491 145, siendo un significativo aumento del 116% en volumen y del 166% en comparando con los 10 870 728 kilos exportados en el año 2022, por un valor de US\$ 4 697 029.

El distrito La Yarada - Los Palos cuenta con 1 416 hectáreas de cultivo de la, según la Gerencia de Desarrollo Económico de Tacna el rendimiento es de 8 a 10 toneladas de naranja por hectárea. La temporada de cosecha es de abril hasta junio y se vende al mercado local, también se vende a Puno y Arequipa. (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2023)

Uno de los criterios utilizados para establecer el momento oportuno de cosecha de los frutos está basados en apariencia, textura, sabor, tamaño, (Kader 1998).

El etileno es una de las principales hormonas vegetales responsables de regular las diferentes etapas durante la maduración de productos agrícolas, conduciendo a procesos de senescencia y finalmente, pérdida de valor nutricional y comercia respectivamente. (Balaguera-López et al, 2015)

El etileno en frutos tiene gran influencia dependiendo si el fruto es climatérico o no climatérico, en el primer caso, fruto climatérico, es un fruto que aún después de haber sido cosechado sigue su proceso de maduración y esto sucede porque los niveles de etileno aumentan. En el caso del fruto no climatérico una vez cosechado detienen su proceso de maduración (Taiz & Zeiger, 2010). En cítricos, la coloración no indica el grado de madurez, ya que, pueden estar maduros para el consumo y aun así presentar coloración verdosa, al ser un producto no climatérico. Pérez, (2004) señala que el proceso de desverdización es el tratamiento poscosecha que tiene como prioridad modificar el color externo del fruto incidiendo en lo menos posible en los parámetros de calidad degradando la clorofila de la corteza y favoreciendo la formación de carotenoides, que son responsables del color anaranjado.

A través de esta técnica se puede adelantar la comercialización y a la vez disponer el producto en el mercado en momentos de menor oferta y alta demanda trayendo consigo ventajas económicas (Pérez, 2004). No existe limitación alguna en los mercados internacionales respecto al uso del etileno en la postcosecha de frutas (Arias & Toledo, 2007).

El objetivo del presente trabajo es verificar el efecto de cuatro niveles de Ethrel para la desverdización post cosecha de naranja (*Citrus sinensis*) en condiciones de laboratorio, con el fin de validar la variación de las características fisicoquímicas del naranjo y recomendar la dosis adecuada en la que el fruto logre desverdizarse y no pierda su calidad.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La naranja es un cultivo que viene produciéndose cada vez más en nuestra región de Tacna, debido a la fluctuación del precio del olivo en los últimos años, con producciones anuales de 701 mil toneladas (Ramos, 2024).

En el 2023 se dio luz verde para que la naranja tacneña pueda exportarse a Chile, sin embargo, todavía no cumple los parámetros requeridos a nivel internacional.

La problemática en época de producción de naranjo, es la inestabilidad de precios en el sentido que las primeras cosechas logran los mejores costos, por lo tanto, acelerar el proceso de maduración organoléptica del cultivo permitirá que el productor obtenga mayores ingresos.

Se plantea probar distintas dosis de etileno cuando el fruto se encuentre fisiológicamente maduro, para determinar la dosis en la que puede continuar su proceso de desverdización y extender su duración en ménsula.

Con este trabajo se busca darle una nueva opción al agricultor, una técnica que estimula el proceso de maduración de consumo sin adelantar la senescencia del fruto, con el fin de obtener mayor duración y mejores precios en el mercado.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto del Ethrel en la desverdización postcosecha de naranjo (*Citrus sinensis*)?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuál de los niveles de Ethrel tiene en mejor efecto en la desverdización postcosecha de naranjo?

¿Cuál es el efecto de Ethrel en el comportamiento de los índices de postcosecha de naranjo?

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1 Temporal

La presente tesis se desarrolló durante el mes de abril del 2023.

1.3.2 Espacial

La tesis se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología y Fisiología Vegetal ubicado en el Centro Experimental Agrícola “Los Pichones”.

1.4 Justificación

La producción de naranja se ha incrementado en nuestra región, lo que provoca una disminución en el precio de venta, permitir cosechar el fruto verde pero fisiológicamente maduro y determinar una dosis adecuada de Ethrel que nos permita acelerar el proceso de madurez comercial que posibilite, al productor, ofertar y competir en el mercado con mejores precios y sin mayores

daños en largas distancias. De este modo, se podría transportar sin tener la preocupación del tiempo que tardarán en alcanzar su destino, ni la senescencia del fruto.

El propósito de este estudio de tesis es analizar el impacto de la aplicación de cuatro concentraciones de Ethrel, para estudiar y conocer el comportamiento fisiológico del fruto y poder determinar en qué dosis realiza su función desverdizante y el fruto no pierde calidad organoléptica.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Estudiar y conocer el efecto del Ethrel en la desverdización de frutos de naranjo (*Citrus sinensis*) postcosecha.

2.1.2 Objetivo Específico

Establecer el nivel de Ethrel de mejor efecto en la desverdización postcosecha de naranjo.

Determinar el efecto de Ethrel en los índices de postcosecha de naranjo.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis General

La aplicación de Ethrel tendrá efectos positivos en la desverdización de frutos de naranjo (*Citrus sinensis*) postcosecha.

2.2.2 Hipótesis Específica

Al menos un nivel de Ethrel acelera la desverdización y prolonga la maduración del fruto de naranjo en anaquel.

La aplicación de niveles de Ethrel tiene efectos significativos en los índices de postcosecha de naranjo.

2.3 Variables

2.3.1 Variable Independiente X: Niveles de Ethrel

Indicadores:

400 ml/ 100Lt

300 ml/ 100Lt

200 ml/ 100Lt

150 ml/ 100Lt.

2.3.2 Variable Dependiente

Indicadores:

- Peso de fruto
- Índice de color
- Solidos solubles totales (SST)
- Acidez total titulable (ATT)
- Relación de madurez.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

Balaguera-López et al., (2015). En su investigación titulada “Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión”. Utilizaron retardantes sintéticos en la etapa de maduración y inhibidores de biosíntesis de etileno para evaluar su comportamiento y destacar el modo de acción, utilidades, desventajas, dosis, productos comerciales y algunas restricciones que se pueden presentar. Concluyen que pueden reducir la enzima mediante retardantes, No obstante, el efecto del etileno presente en el ambiente no puede controlarse. Para frutos climatéricos, se sugiere el uso de permanganato de potasio como oxidante del etileno, lo cual ha mostrado resultados positivos para mejorar la poscosecha de productos hortícolas y retardar su senescencia.

Gavin, et al (2021) en su artículo de investigación “Etileno en poscosecha, tecnologías para su manejo y control” desarrollaron un modelo molecular sobre la maduración de frutos climatéricos y no climatéricos, señalando que comprender como el etileno afecta a los frutos facilitará el control y la modificación del color, la firmeza, el sabor y los aromas característicos de cada fruto.

En Investigaciones realizadas al comportamiento postcosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina* Lindl) en 4 estados de madurez (2, 3, 4 y 5) tratados

con etileno evidenciando que acelera el proceso de maduración independientemente de su estado de madurez por la cual fueron cosechados. En lo que respecta a los sólidos solubles totales, no se halló diferencias estadísticas significativas, lo que sugiere que esta variable, aunque esté relacionado con el sabor y la calidad de los frutos, sería no ser útil para establecer de manera precisa del momento óptimo para proceder a la cosecha. (Crisosto et al., 2004).

Laura Medina et al. (2016) Utilizaron dos fuentes de etileno para evaluar el desverdizado de frutos: Ethrel y frutos de plátano. Observaron que las naranjas fueron más susceptibles a la pérdida de peso y a la pérdida de consistencia cuando estuvieron expuestas al etileno producido por los frutos de banano, en comparación con las naranjas que no recibieron tratamiento, experimentando una reducción del peso en un 18,63% y de la consistencia en un 26,45%. Por otro lado, las naranjas tratadas con el fitorregulador no mostraron cambios significativos en sus propiedades fisicoquímicas, con una pérdida de peso del 6,59% frente al 21,63% del grupo de control.

En cuanto a la desverdización, se obtuvieron los mejores resultados en los frutos tratados con Ethrel, donde se logró una tonalidad amarilla uniforme y se conservaron las propiedades fisicoquímicas de las naranjas.

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Origen de la Naranja (*Citrus sinensis*)

Según Frederick S. Davies & L. Gene Albrigo (1994), los cítricos se

originaron en Asia meridional, extendiéndose desde la vertiente sur del Himalaya hasta el sur de China, Indochina, Tailandia e Indonesia. En la década de los cincuenta, Perú experimentó un incremento significativo en la producción de naranjas, especialmente de la variedad Washington Navel, la cual sufrió los impactos de la enfermedad conocida como tristeza de los cítricos.

3.2.2 Taxonomía de la Naranja

Botánicamente los cítricos de interés comercial pertenecen:

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Aurantoidae

División: Embriophyta Siphonogama

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledonea

Subclase: Rosidae

Orden: Rutales (Swingle, 1967).

3.2.3 Morfología

La naranja, (*Citrus sinensis* L.), Es un árbol de hoja perenne con un ciclo anual de cultivo. En climas templados, lo que resulta en un período de latencia donde el crecimiento vegetativo se detiene, aunque continúa su actividad fisiológica. (Agustí, 2010)

Posee un tamaño moderado, que varía su tamaño entre 6 y 10 metros de altura. Sus ramas poseen poco vigor y se distingue por tener un tronco corto. Las hojas tienen un limbo grande, con ramas pequeñas y espinas no muy

pronunciadas. Sus flores son de color blanco y fragante, siendo solitarias o en grupos, en algunos casos acompañados de hojas y otras veces no. Los brotes acompañados de hojas, denominada "campaneros", son los que producen una mayor cantidad de frutos de mayor calidad. (Rieger, 2006).

El exocarpo ubicado en la capa externa de su cáscara y está constituido por una epidermis formada por células parenquimatosas, que contienen aceites esenciales y cloroplastos. Siendo responsables de darle el color verde a los frutos cuando están inmaduros. (Agustí, 2010)

Ladaniya, (2008) refiere que el mesocarpo, que constituye la capa intermedia, en la cual se distingue su textura esponjosa y su color blanco. En caso del endocarpo en este se encuentra la esencia del fruto, ya que se localizan los tricomas que durante el desarrollo del fruto forman las vesículas de zumo.

3.2.4 Fertilización

Los cítricos absorben nutrientes de manera continua a lo largo de todo el periodo del año, donde la absorción se intensifica especialmente durante las etapas de floración y formación de fruta. Por su parte el calcio (Ca) es el elemento que más abundan en las partes vegetativas de la planta, le siguen el nitrógeno (N), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y fósforo (P). Sin embargo, el N y el K son los elementos resaltantes. Mas o menos en un 30% del nitrógeno total de la planta y el 70% del potasio se encuentran concentrados en el fruto (Molina, n.d.).

El calcio y el boro son elementos fundamentales que influyen en la firmeza

de las estructuras comestibles de la planta. La deficiencia de estos elementos puede provocar trastornos fisiológicos que afectan la calidad del producto cosechado. El potasio facilita el transporte de azúcares desde las hojas hacia órganos como los frutos, generando un mayor gradiente de solutos. Por otro lado, un exceso de nitrógeno puede retardar la maduración. Esto favorece que los frutos atraigan más agua y nutrientes, acelerando así su crecimiento. El potasio su principal característica es favorecer el transporte de azúcares desde las hojas hasta los órganos de interés como ser los frutos, generando mayor gradiente por la cantidad de solutos en el fruto, causando que estos atraigan una mayor cantidad de agua y nutrientes, permitiendo que crezcan con mayor rapidez. El exceso de nitrógeno originando el retraso en la maduración (INTAGRI,n.d).

3.2.5 Índice de Madurez

Un buen método para evaluar la madurez debe ser eficiente, rápido, económico, adaptable a diferentes condiciones, no destructivo y tener una correlación constante con la calidad y la vida útil del producto después de la cosecha. Además, puede basarse diferentes criterios físicos como la firmeza y capa de abscisión, aspectos visuales como color, tamaño y forma, parámetros químicos en base a grados Brix, acidez titulable, porcentaje de azúcares o taninos, y procesos fisiológicos como la elaboración de etileno y la tasa de respiración (INTAGRI, n.d.).

Obenland et al. (2009) Mencionan que los principales indicadores del

estado de madurez de la variedad de naranja Washington Navel incluyen el color externo, el porcentaje de jugo, la concentración de sólidos solubles y la acidez titulable. El color verde, es decir el contenido de clorofila, disminuye constantemente hasta poco antes de la maduración, cuando se sintetizan las xantofilas que dan el color óptimo a la naranja. La maduración de la fruta es un proceso de envejecimiento de los cloroplastos. La relación sólidos solubles y la acidez titularle, es decir índice de madurez, actualmente es de 8:1 para determinar la aceptabilidad por parte del consumidor y establece el estándar mínimo de madurez. Además, las proporciones de la relación de grado Brix y acidez (Brix/% ácido cítrico) y la relación azúcares/ácido ascórbico se eleva con el proceso de madurez.

3.2.6 Grados Brix

Hours et al., (2005) afirman que los sólidos solubles indicados en grados Brix establecen que los jugos de naranjo deben tener un valor mínimo de 11 brix para ser considerados por el mercado más atractivos. por otra parte, los azúcares totales representan entre el 80% y el 90% de los sólidos solubles.

3.2.7 Acidez Titulable

Hours et al., (2005) afirman la acidez se expresa como porcentaje (%) de ácido cítrico anhidro, el cual su nivel disminuye con en el transcurso de las semanas durante el proceso de la maduración.

3.2.8 Respiración

La fruta utiliza la respiración para obtener la energía necesaria para llevar

a cabo diversos procesos biológicos esenciales. Durante este proceso, las reservas de azúcares y almidones se oxidan, utilizando oxígeno (O₂) y produciendo dióxido de carbono. Los productos con un ritmo respiratorio más alto tienden a tener una vida útil de almacenamiento más corta. Los cítricos y la piña presentan tasas respiratorias relativamente bajas, lo que contribuye a una mayor vida útil durante el almacenamiento y la post cosecha (FAO, 1989).

Dos Santos et al., (2015). Menciona que los frutos no climatéricos no persiguen los patrones climatéricos como aumento en su proceso de respiración, la biosíntesis de etileno y la respuesta autocatalítica al etileno, por otro parte, muestran algunas respuestas típicas al etileno como el desverdizado (cambiando de color de verde a amarillo o color anaranjado) y el ablandamiento (síntesis de enzimas que degradan la pared celular), entre otras etapas. Por la que se producen las mismas transformaciones bioquímicas que afectan directamente el color, la textura, el sabor y el aroma del fruto.

3.2.9 *Peso de Fruto*

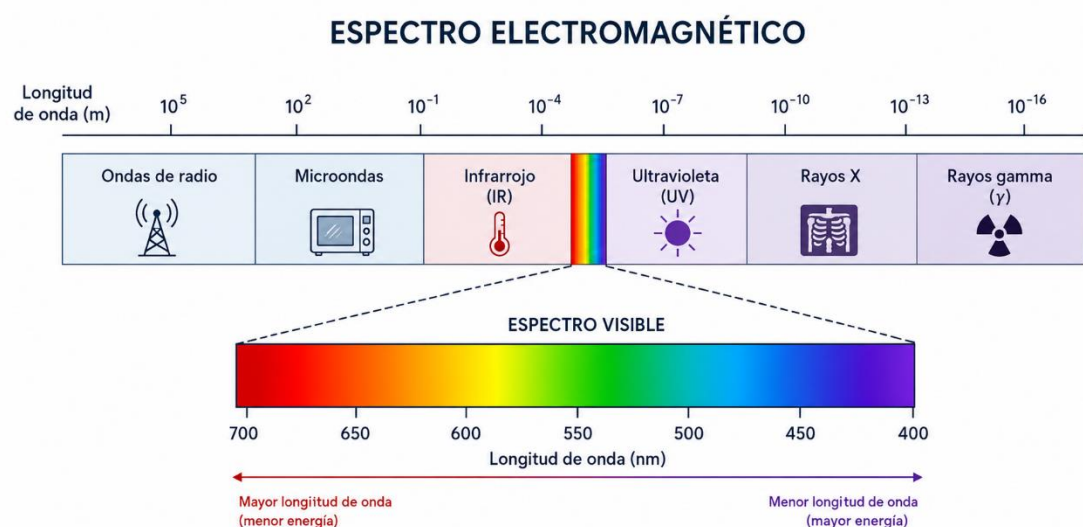
La exposición de frutas al etileno acelera la senescencia al aumentar su tasa respiratoria. Esto conduce a la pérdida de agua de los tejidos vivos y, como consecuencia, a una disminución en el peso de la fruta (Pérez, 2004).

3.2.10 *Índice de Color*

El color amarillo es un factor clave que se debe tener en cuenta tanto en la etapa de cosecha de las naranjas como en su comercialización y consumo. (Umaña et.al, 2011).

Se utiliza con frecuencia la aplicación de Ethrel en frutas para homogeneizar el color y acelerar la maduración, lo que mejora la apariencia y las características organolépticas, según afirma (Kader, 1998). Se utiliza para acelerar la etapa de maduración en frutos climatéricos como el plátano y la palta y para favorecer el desarrollo del color característico en frutos no climatéricos como los cítricos, en nuestro estudio, la naranja. La variación del índice de color se mide con la longitud de onda representada en nanómetros.

Figura 1. Espectro electromagnético



Fuente: Elaboración propia

3.2.11 Estados de Madurez

3.2.11.1 Madurez fisiológica

Es la fase de desarrollo del fruto en la que las semillas han alcanzado su pleno crecimiento y, bajo condiciones adecuadas, están preparadas para iniciar el proceso de germinación (Gallo, 1993).

3.2.11.2 Madurez de cosecha

Es el momento oportuno para que el fruto sea recolectado del árbol y continúe su proceso de maduración hasta alcanzar la madurez adecuada para el consumo.

3.2.11.3 Madurez de consumo u organoléptica

Arias & Toledo (2007) Se refiere al estado en el cual la fruta ha alcanzado las cualidades óptimas para su consumo, incluyendo color, sabor, aroma, textura y composición interna deseables. Según la (FAO, 1989), la madurez comercial se define como las condiciones específicas de un órgano de la planta que son requeridas por el mercado al que se destina.

3.2.12 Alteraciones Observadas en las Frutas Maduras y su Correlación con la Composición Interna de las Mismas

3.2.12.1 Modificación del color

Durante la maduración de las frutas, el color verde se reduce debido a una disminución en su contenido de clorofila y a un acrecentamiento en la síntesis de pigmentos más prominentes como los carotenoides y las antocianinas. (Bartley & Scolnik, 1995), Son fundamentales para hacer que los frutos sean visualmente atractivos, y generalmente se acumulan en la cutícula durante el proceso de maduración. Además de su función en la pigmentación, son cruciales para la salud humana, ya que los carotenoides son una fuente de vitamina A y las antocianinas actúan como compuestos antioxidantes. (Bartley & Scolnik, 1995).

3.2.13 Alteración de la Textura y Firmeza

Bapat (2010) refiere que uno de los primordiales factores asociados con el deterioro de la fruta postcosecha es la tasa de ablandamiento, lo que a consecuencia en una reducción de la vida útil y, por lo tanto, del tiempo de transporte. propagación y aumento de las pérdidas postcosecha.

La textura de la fruta cambia debido a la hidrólisis del almidón y la pectina, la reducción del contenido de fibra y la rotura de las paredes celulares. El manejo postcosecha hace que la fruta sea más suave y más susceptible a sufrir daños (FAO, 1989).

El ablandamiento de la fruta es un proceso complejo que involucra la relajación de las paredes celulares inducida por la expansión, la despolimerización de hemicelulosas y la despolimerización del ácido poliuónico por la poligalacturonasa u otras hidrolasas, lo que resulta en pérdida de firmeza de la fruta y cambios en la textura (Brummell et al., 1999).

3.2.14 Etileno

El desarrollo y crecimiento del fruto siempre están regulados por la producción de hormonas porque a los cambios ambientales (McCleallan & Chang, 2008). El etileno, una de las principales hormonas vegetales, controla diversas etapas en las plantas, como el envejecimiento de los órganos, la respuesta al estrés, la germinación de semillas (Owino et al., 2006) así lo refiere Capitani et al. (1999) por otra parte la cicatrización de las heridas también, interactúa con otras hormonas y iones metálicos (Cervantes, 2002).

Abeles & Morgan, (1992) menciona que el etileno ha sido reconocido como la hormona principal que inicia y regula en la etapa de maduración de los frutos, por lo tanto, su presencia es crucial para iniciar y completar la maduración en varias etapas del desarrollo de los frutos.

Las naranjas, al ser frutas no climatéricas, deben alcanzar la madurez en el árbol antes de ser cosechadas. Después de la cosecha, no experimentan cambios significativos en su madurez, continúan respirando y producen bajos niveles de etileno, que en los cítricos ayuda a descomponer la clorofila y desarrollar su color característico (Intagri, 2019).

3.2.15 Desverdizado

Vázquez et al., (2020) menciona que el desverdizado es una forma de poscosecha que aumenta la desaparición del verde de las cáscaras de los cítricos al revelar el color producido por los pigmentos carotenoides, cuya síntesis puede acelerarse en el proceso. El propósito de este método es permitir la venta de fruta que aún no ha alcanzado el nivel de color requerido por el consumidor en el momento óptimo del mercado, pero que cumple con los requisitos de madurez adecuados para el consumo.

Buitrago et al., (2015) refieren que cuando se utiliza etileno en los frutos, ya sean estos climatéricos o no climatéricos se debe tener en cuenta las concentraciones del gas que se va a usar. Debemos tomar en cuenta al momento de aplicar etileno si vamos a tratar sobre frutos climatéricos o frutos no climatéricos. Los frutos climatéricos liberan grandes cantidades de etileno al

momento de su maduración y cuando se expone a un tratamiento con etileno este producirá una maduración más rápida y uniforme.

Vázquez, et al. (2020). Precisa que la duración del desverdizado debe ser limitarse a un máximo de 72 horas para prevenir el envejecimiento prematuro de la cáscara. Después de completar el proceso de desverdizado, se recomienda que la fruta descanse durante 24 a 48 horas antes de ser transportada para el empaque.

3.3 Definición de Términos

Frutas climatéricas: Se refieren a las frutas que una vez hayan alcanzado su madurez fisiológica que pueden ser retiradas de la planta y su etapa de maduración continuar hasta culminar a la senescencia ya que la producción natural de etileno en estos frutos es alta y su actividad respiratoria aumenta, en diferentes frutos (Kader, 2016).

Frutas no climatéricas: Se consideren aquellas frutas son lo contrario a las climatéricas, sus frutos las cuales no pueden ser cosechados hasta que logren el nivel de madurez permitido ya que, su etapa de maduración se detiene y su productividad de etileno solo sirve para el proceso de desverdización (Martínez, et al., 2017).

Madurez fisiológica: Para (Bosquez 2010), refiere que el estado de madurez fisiológica se da en un estado en el cual un fruto ha logrado un estado de desarrollo suficiente luego que después de la cosecha y manejo de postcosecha (Considerando su maduración, cuando sea requerida), su calidad

sea mínima en aceptabilidad para el consumidor final.

Madurez organoléptica: Se alcanza cuando el fruto desarrolla sus características óptimas de sabor, aroma, textura y apariencia, haciéndolo apto para el consumo; generalmente, esta etapa se logra después de haber alcanzado la madurez fisiológica (García & García, 2001).

Productividad: Es el resultado de la correlación entre la producción resultante por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para lograrla". "Una productividad elevada viene hacer la obtención de más, con la igual cantidad de recursos o la obtención de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo" (Prokopenko, 1989).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, ya que se manipuló deliberadamente la variable independiente (niveles de Ethrel) para evaluar su efecto sobre las variables de respuesta relacionadas con la desverdización postcosecha de naranja (*Citrus sinensis*).

4.2 Ubicación del Campo Experimental

La recolección de frutos se realizó en el sector de la Yarada zonas 5 y 6 distrito de Tacna. La fase experimental se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología y Fisiología Vegetal del Centro Experimental “Los Pichones” perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

4.3 Población y Muestra

Se utilizaron frutos de naranjo (*Citrus sinensis*) variedad Washington Navel.

4.4 Material Experimental

Se utilizaron frutos de naranjo (*Citrus sinensis*) variedad Washington Navel, cosechados en estado de madurez fisiológica, de árboles homogéneos, sanos y productivos. la población. Los frutos presentaron coloración verde al momento de a cosecha, con peso aproximado de 200 g por unidad.

4.4.1 Características de la Variedad Washington Navel

Es una variedad de naranja dulce, jugosa y fácil de pelar, conocida por su sabor agradable y ausencia de semillas.

Tamaño: Mediano a grande, con forma redondeada o ligeramente ovalada.

Color: Naranja intenso.

Piel: Gruesa y ligeramente rugosa, pero fácil de pelar.

Sabor: Dulce, con un ligero toque de acidez.

4.4.2 Producto Químico Utilizado

Se utilizó el regulador de crecimiento comercial Ethrel (Etefón 480 g/L).

Características:

Acción: liberador de etileno

Función: acelerador de maduración y desverdización.

4.5 Tratamiento en Estudio

Se usaron como tratamientos 4 dosis de Ethrel y un testigo que fueron las siguientes:

T0: testigo

T1: 400 ml/ 100Lt

T2: 300 ml/ 100Lt

T3: 200 ml/ 100Lt

T4: 150 ml/ 100Lt

Tabla 1

Distribución de tratamientos

Repeticiones	Tratamientos				
r ₁	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀
r ₂	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁
r ₃	t ₃	t ₁	t ₀	t ₂	t ₄
r ₄	t ₄	t ₀	t ₂	t ₁	t ₃

4.6 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y un testigo, cada uno con 4 repeticiones, lo que totalizó 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en frutos verdes de aproximadamente 200 gramos cada uno.

4.7 Variables de Respuesta

Variable dependiente: Desverdización de frutos de naranja

Se evaluaron las siguientes variables:

Peso de fruto (g)

Índice de color

Sólidos solubles totales (°Brix)

Acidez titulable (expresada como % de ácido cítrico)

Índice de madurez (SST/ATT).

4.8 Metodología de la Investigación

4.8.1 *Peso Unitario de Fruto (g)*

El peso de las naranjas se determinó pesando 10 frutos elegidos al azar por cada unidad experimental, se midió antes de aplicar el tratamiento y en cada evaluación programada cada día. Se utilizó una balanza digital y se expresó el resultado en gramos.

4.8.2 *Índice de Color*

Se determinó mediante análisis digital del color de la cáscara utilizando la aplicación o software de análisis cromático, expresando los resultados en valores numéricos comparables. haciendo uso de la aplicación Analyzer Color, el resultado fue expresado en nanómetros.

4.8.3 *Sólidos Solubles Totales*

Se midieron utilizando un refractómetro convencional expresando los resultados en Grados Brix.

4.8.4 *Acidez Total Titulable (ATT)*

Se determinó mediante titulación ácido-base, y se tomaron como base la metodología utilizada por Balaguera-López (2011).

4.8.5 *Índice de Madurez*

Esta variable se calculó mediante la relación SST/ATT.

4.9 Características de la Unidad Experimental

Los frutos fueron recolectados en estado de madurez fisiológica de un

tamaño homogéneo, de la parte media de la copa del árbol a una altura de 1,20 m, libre de daños mecánicos y en buenas condiciones fitosanitarias. Posteriormente se aplicaron los tratamientos con Ethrel y se evaluaron las variables durante un periodo de 10 días, bajo condiciones de laboratorio a temperatura ambiente.

4.10 Instrumentos de Medición

Los instrumentos utilizados para recolectar información fueron: ficha de observación, cinta métrica, probeta de 1Lt, balanza digital de 10kg, balanza de mercado de 20kg, equipo de cómputo, cámara digital, material de escritorio y servicio de terceros (análisis de suelo y agua).

4.11 Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó tomando datos de 10 frutos al azar por cada unidad experimental para evaluar las variables de estudio.

4.12 Métodos Estadísticos Utilizados

Se utilizó el análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad F de α 0,05 y 0,01 y para establecer las diferencias estadísticas entre las medias de tratamientos se empleó la prueba de significación de Duncan al 95% de confianza.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados

5.1.1 Peso de Fruto (g)

Tabla 2

Análisis de varianza del peso de fruto (g) - Día 3

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	5 743	1 436	0,56	3,06	4,89 ns
Error	45	114 866	2 553			
Total	49	120 609				
CV: 22,33%		ns: No significativo				

La Tabla 2 se da conocer los resultados del análisis de varianza de peso de fruto, indicando que no se halló significación estadística entre los tratamientos aplicados, lo que sugiere que fueron homogéneos. Además, el coeficiente de variación fue del 22,33%.

Tabla 3

Análisis de Varianza del peso de fruto (g) - Día 5

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	19 555	4 889	1,88	3,06	4,89 ns
Error	15	117 326	2 607			
Total	19	136 881				
CV:22,57%		ns: No significativo				

La Tabla 3 se da conocer los resultados del análisis de varianza de peso de fruto, indicando que no se halló significación estadística entre los tratamientos aplicados, es decir fueron similares. El coeficiente de variación fue del 22,57% aceptable para las del ensayo.

Tabla 4

Análisis de Varianza del Peso de fruto (g) - Día 7

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α 0,05 0,01	
Tratamiento	4	1 331	332,7	0,12	3,06	4,89 ns
Error	15	125 087	2779,7			
Total	19	126 417				
CV:22.57%		ns: No significativo				

La Tabla 4 se da conocer los resultados del análisis de varianza de peso de fruto, indicando que no se halló significación estadística entre los tratamientos entre los cinco tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue del 24,15%.

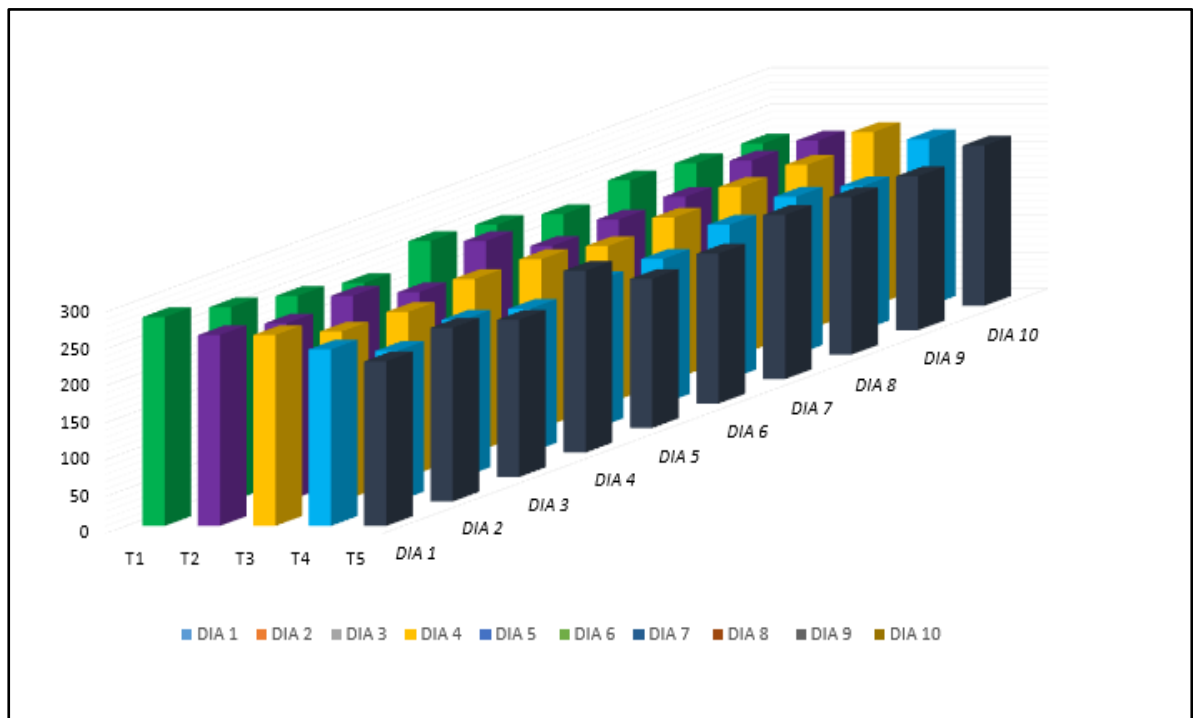
Tabla 5

Análisis de Varianza del peso de fruto (g) - Día 11

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α 0,05 0,01	
Tratamiento	4	11 921	2 980	1,18	3,06	4,89 ns
Error	45	63 307	2 532			
Total	49	75 228				
CV: 22,24%		ns: No significativo				

La Tabla 5 se da conocer los resultados del análisis de varianza de peso de fruto, indicando que no se halló significación estadística entre los tratamientos aplicados, lo cual sugiere que fueron homogéneos. El coeficiente de variación fue del 22,24%.

Figura 2. Peso de fruto



Fuente. Elaboración propia.

5.1.2 Índice de Color (Nanómetros)

Tabla 6

Análisis de varianza del Índice de color - Día 3

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	1 550	387,4	0,98	3,06	4,89 ns
Error	45	5 945	396,4			
Total	49	7 495				

CV: 3,31 % ns: No significativo

La Tabla 5 se da conocer los resultados del análisis de varianza del índice de color, indicando que no se halló significación estadística entre los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue de 3,31%.

Tabla 7

Análisis de varianza del Índice de color - Día 5

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	5 714	1 428,5	3,87	3,06	4,89 *
Error	45	5 541	369,4			
Total	49	11 255				

CV: 3,63 % * Significativo

La Tabla 7 se da conocer los resultados del análisis de varianza del índice de color, indicando que se halló significación estadística entre los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue de 3,63%.

Tabla 8

Prueba de significación de Duncan al 95% de índice de color Día 5

Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
T4 :150 ml/100Lt	540,50	a
T3: 200 ml/100Lt	537,50	a
T2: 300 ml/100Lt	536,00	a
T1: 400 ml/100Lt	533,50	a
T0: Testigo	495,00	b

La prueba de Duncan de la tabla 8 indica que el tratamiento 4 es el que tiene mayor promedio de índice de color de fruto, el tratamiento 1 y 2 tienen promedios significativamente similares con promedios de 536 y 533 nanómetros respectivamente, lo que confirma que el proceso de cambio de color de fruto, se produjo como resultado de la aplicación de Ethrel en todos los tratamientos, el mismo que permeabiliza las membranas plasmáticas para el ingreso del oxígeno. El efecto del Ehtrel está relacionado al estímulo del proceso metabólico que desencadena en la degradación de la clorofila y el estímulo de la biosíntesis de pigmentos carotenoides característicos de estos colores.

Tabla 9

Análisis de varianza del índice de color – Día 7

Fuente de variabilidad	GL	SC	C M	Fc	F α 0,05 0,01
Tratamiento	4	12 260	3 064,9	8,89	3,06 4,89 **
Error	15	5 169	344,6		
Total	19	17 429			

CV: 3,394 % ** Altamente significativo

La tabla 9 del análisis de varianza para el índice de color, se halló alta

significación estadística, lo que señala que existen variaciones entre los promedios de los tratamientos. El coeficiente de variación fue del 3,394 %, el cual está dentro de los límites aceptables para estudios experimentales.

Tabla 10

Prueba de significación de Duncan de índice de color de al 95%

Tratamiento	Promedios	Significación α 0,05
T4 :150 ml/100Lt	564,00	a
T3: 200 ml/100Lt	559,25	a
T2: 300 ml/100Lt	558,50	a
T1: 400 ml/100Lt	555,25	a
T0: Testigo	497,8	b

La tabla 10 indica de Duncan señala que el tratamiento 4 presentó mayor promedio; sin embargo, no mostró diferencias estadísticas respecto a T3, T2 y T1 que obtuvieron 559,25, 558,50 y 555,25 respectivamente.

Tabla 11

Análisis de varianza del Índice de color - Día 10

Fuente	GL	SC	CM.	Fc	F α 0,05 0,01	
Tratamiento	4	36 351	9 087,7	20,18	3,06	4,89**
Error	15	6 756	450,4			
Total	19	43 107				

CV: 3,95 % ** Altamente significativo

La Tabla 11, el análisis de varianza para el índice de color del fruto, muestra que se halló alta significación estadística entre los tratamientos, lo cual indica que existen diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de

variación fue del 3,95 %, lo cual está dentro de los límites aceptables para estudios experimentales.

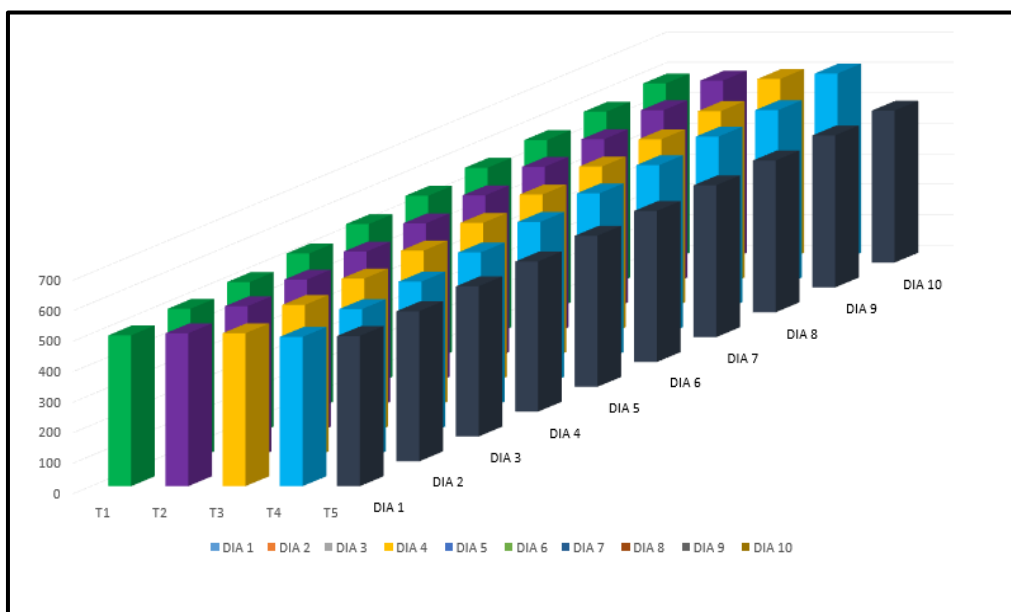
Tabla 12

Prueba de Duncan al 95% para índice de color - Día 10

Tratamiento	Promedio	Significación α 0,05
T4 :150 ml/100Lt	619,75	a
T3: 200 ml/100Lt	602,25	a
T2: 300 ml/100Lt	596,75	a
T1: 400 ml/100Lt	587,3	a
T0: Testigo	498,30	b

La tabla 12 de la prueba de significación de Duncan indica que el tratamiento 4 presenta el mayor promedio de índice de color 619,75, superando al tratamiento 3, 2,1 y 5 con promedios de 60,25, 596,75, 587,3 y 498,3 respectivamente.

Figura 3. Índice de color



Fuente. Elaboración propia

5.1.3 Grados brix

Tabla 13

Análisis de Varianza de los Grados Brix del fruto – Día 3

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	1,457	0,3642	1,24	3,06	4,89 ns
Error	15	4,415	0,2943			
Total	19	5,872				
CV: 12,00 %		ns: no significativo				

La Tabla 13 del análisis de varianza para los grados brix del fruto de naranja muestra que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que indica que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variación fue del 12 %, lo cual está dentro de los límites permitidos para

estudios experimentales.

Tabla 14

Análisis de Varianza de los Grados Brix – Día 5

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamiento	4	1,667	0,4167	0,94	3,06	4,89 ns
Error	15	6,655	0,4437			
Total	19	8,322				

CV: 9,89% ns: no significativo

La tabla 14 del análisis de varianza para los Grados Brix del fruto, indica que no se halló significación estadística, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 9,89 %.

Tabla 15

Análisis de Varianza de los Grados Brix – Día 7

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	1,210	0,3025	0,82	3,06	4,89 ns
Error	15	5,507	0,3672			
Total	19	6,717				

CV: 10,687% ns: No significativo

En la tabla 15, el análisis de varianza para los Grados Brix del fruto, indica que no se halló significación estadística, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios El coeficiente de variabilidad fue de 10,687%.

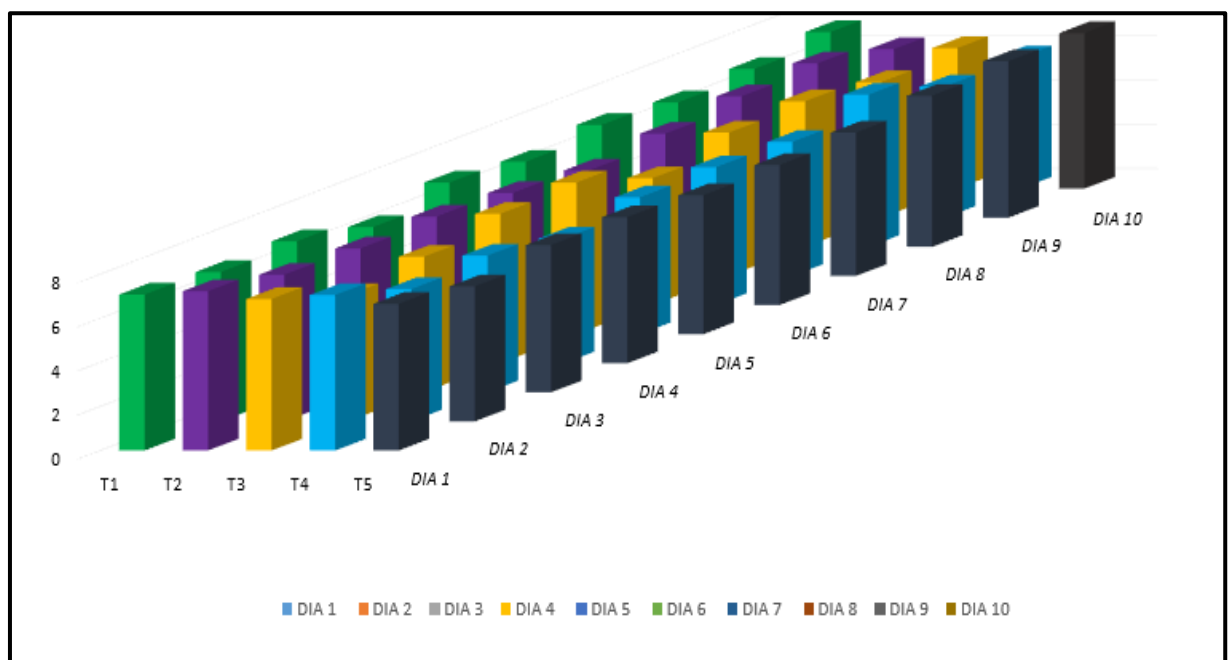
Tabla 16

Análisis de Varianza de Grados Brix – Día 10

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	3,973	0,9932	1,73	3,06	4,89 ns
Error	15	8,595	0,5730			
Total	19	12,568				
CV: 8,74%		ns: No significativo				

La tabla 16 del análisis de varianza para los Grados Brix indica que no se halló significación estadística, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 8,74%.

Figura 4. Grados Brix



Fuente. Elaboración propia

5.1.4 Acidez

Tabla 17

Análisis de Varianza de Acidez – Día 3

Fuente	GL	SC	CM.	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,1074	0,02686	1,88	3,06	4,89 ns
Error	15	0,2142	0,01428			
Total	19	0,3216				

CV: 5,0 % ns: No significativo

La Tabla 17 del análisis de varianza de la acidez del fruto, indica que no se halló significación estadística entre tratamientos, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variación fue del 5,00 %.

Tabla 18

Análisis de Varianza de Acidez – Día 5

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,07116	0,01779	1,40	3,06	4,89 ns
Error	15	0,18997	0,01266			
Total	19	0,26113				

CV: 5,0% ns: No significativo

La Tabla 18, el análisis de varianza de la acidez del fruto indica que no se halló significación estadística entre tratamientos, explicando que no hay diferencias reales. El coeficiente de variación fue del 5,0 %.

Tabla 19*Análisis de Varianza de Acidez – Día 7*

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,1395	0,03488	2,73	3,06	4,89 ns
Error	15	0,1787	0,01277			
Total	19	0,3183				

CV: 5,0% ns: No significativo

En la tabla 19, el análisis de varianza para la acidez indica que no se halló significación estadística, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 5%.

Tabla 20*Análisis de Varianza de Acidez – Día 10*

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	0,3507	0,087667	9,69	3,06	4,89 **
Error	15	0,1357	0,009047			
Total	19	0,4864				

CV: 15,844% ns: Altamente significativo

La tabla 20, el análisis de varianza para la acidez del fruto se observa que halló alta significación estadística entre los tratamientos explicando que hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 15,544%.

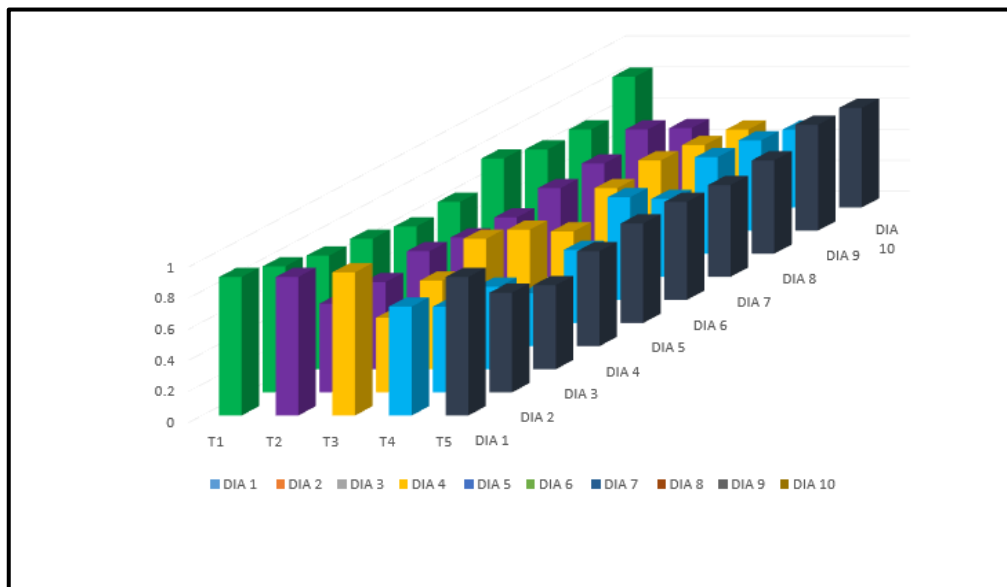
Tabla 21

Prueba de Duncan al 95% de acidez - Día 10

Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
T1 :400 ml/100Lt	0,84160	a
T0: Testigo	0,6432	b
T2 :300 ml/100Lt	0,5120	b
T3 :200 ml/100Lt	0,5024	b
T4 :150 ml/100Lt	0,4992	b

La prueba de Duncan, de la tabla 21 indica que el tratamiento 1 es el que tiene mayor promedio de acidez del fruto con 0,8416 g/cm², el tratamiento 5 es significativamente similar y superior a los tratamientos 2, 3 y 4, promedios que son significativamente diferentes.

Figura 5. Acidez



Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Madurez de Fruto

Tabla 22

Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 3

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	18,03	4,508	0,98	3,06	4,89 ns
Error	15	69,10	4,607			
Total	19	87,13				

CV: 5,34% ns: No significativo

La tabla 22, del análisis de varianza de la madurez del fruto, se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos, explicando que no hay diferencias reales entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 5,34%.

Tabla 23

Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 5

Fuente	GL	SC.	C M	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	26,90	6,724	1,06	3,06	4,89 ns
Error	15	95,05	6,337			
Total	19	121,95				

CV: 4,68% ns: No significativo

La tabla 23, el análisis de varianza de la madurez del fruto se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos, El coeficiente de variabilidad fue de 4,68%.

Tabla 24*Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 7*

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	23,99	5,997	1,93	3,06	4,89 ns
Error	15	46,66	3,111			
Total	19	70,65				

CV: 6,36% ns: No significativo

La tabla 24 del análisis de varianza de la madurez del fruto, se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad fue de 6,36%.

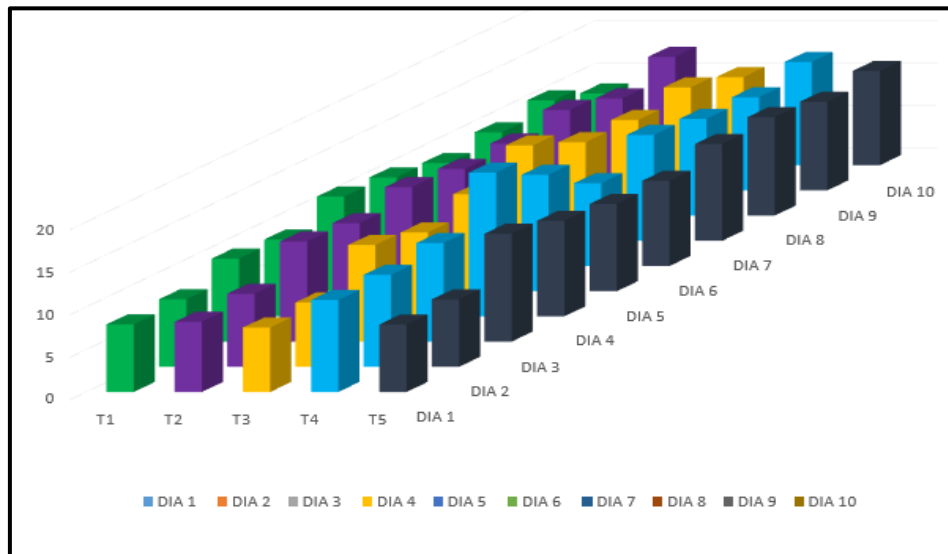
Tabla 25*Análisis de Varianza de Madurez de Fruto - Día 7*

Fuente	GL	SC	CM	FC	F α	
					0,05	0,01
Tratamientos	4	45,44	11,359	1,15	3,06	4,89 ns
Error	15	147,72	9,848			
Total	19	193,16				

CV: 3,49% ns: No significativo

En la tabla 25, el análisis de varianza de la madurez del fruto, se observa que no se halló significación estadística entre tratamientos, El coeficiente de variabilidad fue de 3,49%.

Figura 6. Madurez



Fuente: Elaboración propia

5.2 Discusión de resultados

5.2.1 *Peso de fruto*

De acuerdo a los resultados con respecto al peso de fruto por unidad experimental podemos apreciar que, no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, si existe diferencia desde el Día 1 al Día 10 de evaluación, el promedio de peso de fruto disminuyó en 22 gr, debido a que el etileno efectúa un papel importante en la poscosecha, por un lado contribuye a que los frutos obtengan características organolépticas óptimas para el aceptación de sus consumidores , pero por otro lado asimismo tiene directa relación con la senescencia de los tejidos, lo cual puede generar efectos desfavorables en la calidad (Bapat et al., 2010).

5.2.2 Índice de color

En relación a los resultados de la variación del índice de color, las aplicaciones de las cuatro dosis mostraron un efecto significativo a través del tiempo, lo que demuestra que hay un incremento en la coloración del fruto a temperatura ambiente, con el mayor aumento entre los días 7 y 10 de almacenamiento. Sin embargo, en todos los tratamientos excepto el testigo, se apreció un cambio en la coloración del fruto, es decir que el Ethrel logró cumplir su función desverdizante a pesar de la diferencia de dosis aplicadas en distintos porcentajes. El tratamiento 3 y 4, logró cumplir al 100% la coloración estimada en el día 7, sin embargo, el tratamiento 2 y 1 al día 10 el 85% de los frutos presentaban una coloración homogénea. Durante la maduración del fruto, la manifestación del color amarillo está asociada a los procesos de alteración en el contenido de pigmentos, principalmente debido a la degradación de la clorofila como resultado de etapas oxidativas. Además, durante este proceso se observa la síntesis, desenmascaramiento y su supremacía en otros pigmentos como los colores rojos y amarillos respectivamente.

5.2.3 Grados Brix

De acuerdo a los resultados de la variación de Grados Brix, no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos, siendo el tratamiento 1 quien presenta mayor cantidad de grados brix, sin embargo, no existe variación en el transcurso de los días en la cantidad de azúcares en el fruto.

5.2.4 Acidez

La acidez titulable no presentó diferencias significativas durante los primeros días de evaluación; sin embargo, al día 10 se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos siendo T1 (400ml/100 Lt) el que presentó mayor valor.

5.2.5 Madurez

En la relación de los resultados del índice de madurez, el porcentaje de sólidos solubles totales y acidez al inicio de las observaciones y al día 10 de evaluación no presentaron diferencias significativas, se observaron breves cambios en el transcurso del tiempo, hasta alcanzar un valor máximo de 12,75 °Brix.

CONCLUSIONES

La dosis de 150 ml/100 Lt presentó mayor eficiencia en el proceso de desverdización, alcanzando mayores valores de índice de color. Sin embargo, la dosis de 300 ml/100 Lt permitió mantener características fisicoquímicas más estables durante el almacenamiento.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de diferentes dosis de Ethrel para la desverdización de naranja en condiciones similares al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Se recomienda seguir las instrucciones de aplicación y recomendaciones de seguridad sugeridas por el fabricante.

Se recomienda repetir el presente trabajo de investigación en condiciones de atmósferas controladas adecuadas para el mediano agricultor.

Se recomienda marcar todas las naranjas para medir la coloración en la misma zona diariamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeles, F., & MORGAN, P. AND SALTVEIT, M 2a (Ed.). (1992). Ethylene in plant biology. Academic Press. pag 414.
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=-D7tvAvWpSQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=info:h9WuO3D89KIJ:scholar.google.com/&ots=D13vEZO0Hb&sig=0sojMxvtf_YkkeyZ18f-0vm-A7w&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Agencia Peruana de Noticias Andina. (2023). La naranja es el cultivo sensación en Tacna y con festival promoverán su consumo.
<https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=944073>
- Agustí, M. (2010). Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Págs: 107, 311-313.
- Arias, V. C. J., & Toledo, H. J. (2007. (n.d.). Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales (Papaya, Piña, Plátano, Cítricos). FAO. Roma, Italia. 11p. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ac304s>
- Balaguera-López, H. E., Salamanca-Gutiérrez, F. A., García, J. C., & Herrera-Árevalo, A. (2015). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 8(2), 302.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3222>
- Bapat, V. A., Trivedi, P. K., Ghosh, A., Sane, V. A., Ganapathi, T. R., & Nath, P. (2010). Ripening of fleshy fruit: molecular insight and the role of ethylene. Biotechnology Advances, 28(1), 94–107.

<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.10.002>

Bartley, G. E., & Scolnik, P. A. (1995). Plant carotenoids: Pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. *The Plant Cell*, 7(7), 1027. <https://doi.org/10.2307/3870055>

Bosquez, E. 2010 s.f. Fisiología y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas. Snt

Bouzayen, M., & Latché, A. (n.d.). Mechanism of fruit ripening. In: plant developmental biology-biotechnological perspectives. Pua, E. C. y Davey, M. R. (Eds.). Springer-Verlag. Berlin, Germany. Vol. 1. 319-339 pp. https://www.researchgate.net/publication/226755043_Mechanism_of_Fruit_Ripening

Brummell, D. A., Harpster, M. H., Civello, P. M., Palys, J. M., Bennett, A. B., & Dunsmuir, P. (1999). Modification of expansin protein abundance in tomato fruit alters softening and cell wall polymer metabolism during ripening. *Plant Cell*, 11(11), 2203–2216. <https://doi.org/10.1105/tpc.11.11.2203>

Bennett, A. (1999). Modification of Expansin Protein Abundance in Tomato Fruit Alters Softening and Cell Wall Polymer Metabolism during Ripening, *The Plant Cell*, Volume 11, Issue 11, November 1999, Pages 2203–2216. <https://doi.org/10.1105/tpc.11.11.2203>

Buitrago Guacaneme, C. M., Rincón Soledad, M. C., Balaguera López, H. E., & Ligarreto Moreno, G. A. (2015). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz): Classification of Different Maturity Stages of Agraz (*Vaccinium meridionale*

- Swartz) Fruit. *Revista Facultad Nacional De Agronomia Medellin*, 68(1), 7521–7531. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>
- Capitani, G., Hohenester, E., Feng, L., Storici, P., Kirsch, J. F., & Jansonius, J. N. (1999). Structure of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, a key enzyme in the biosynthesis of the plant hormone ethylene. *Journal of Molecular Biology*, 294(3), 745–756. <https://doi.org/10.1006/jmbi.1999.3255>
- Cervantes, E. (2002). Ethylene: new interactions, still ripening. *Trends in Plant Science*, 7(8), 334–335. [https://doi.org/10.1016/s1360-1385\(02\)02299-9](https://doi.org/10.1016/s1360-1385(02)02299-9)
- Crisosto, C.H., D. Garner, G.M. Crisosto Y E. Bowerman. (2004). Black amber' plum (*Prunus salicina* Lindl.) consumer acceptance. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.06.003>Getrightsandcontent
- Davies, Frederick. S., & Albrigo, L. G. (1994). *Citrus*. CAB International.
- De noticias, A. P. (2016). La naranja es el cultivo sensación en Tacna y con festival promoverán su consumo. *Agencia Peruana de Noticias*.
- Dos Santos, R. S., Arge, L. W. P., Costa, S. I., Machado, N. D., de Mello-Farias, P. C., & de Oliveira A. C. Rombaldi C V, A. (2015). Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening. *Plant Omics*. 8(2):78-88. https://www.pomics.com/oliveria_8_2_2015_78_88.pdf
- Food and Agriculture Organization. (1989). *Prevention of post-harvest food losses: Fruits, vegetables and root crops*. FAO.
- Fronteras, S. (Ed.). (2022). *Gestionan mercados para naranja producida en La Yarada - Los Palos*. <https://diariosinfronteras.com.pe/2021/11/05/gestionan-mercados-para->

naranja- producida-en-la-yarada-los-palos/

Gallo, F. (1993). Índice de madurez para piña cayena lisa, guanábana, pitaya amarilla y maracuyá. *Agro-Desarrollo* 4 (1-2), 194-200.

Gavin, C., Barzallo, D., Vera, H., & Lazo, R. (Ed.). (2021). Etileno en poscosecha, tecnologías para su manejo y control. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.179>

García, M; García, H. 2001. Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol.

Hours, R. A., Ferreyra, M. M., Schvab, M. D. E. L. C., Gerard, L. M., Zapata, L. M., & Davies, C. V. (2005). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de jugos de naranja destinados a vinificación. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14503107.pdf>

Intagri. (2019). Papel del etileno en la maduración de frutos. Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/papel-del-etileno-en-la-maduracion-de-frutos>

KADER. (1998). Maturity indices, quality factors, standarization, and inspection of horticultural products. *Memorias Simposio Nacional Fisiología y Tecnología Poscosecha de Productos Hortícolas en México*. 217-222.

Kader, A. (2016). Madurez, maduración y relaciones de calidad de la fruta. Maduración de la fruta y manejo del etileno. Postharvest Technology Center. University of California, Davis. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/299045.pdf>

Kimball, D. A. (1991). *Citrus Processing Quality Control and Technology*. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-3700-3>

Ladaniya, M. (2008). Citrus fruit: biology, techonology and evaluation. Págs: 1, 2,

106-108, 197-200, 476-484.

Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., y López, G. (2017).

Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 19, 4075-4087. Recuperado el 22 de abril del 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153823018.pdf>

McClellan, C. A., & Chang, C. (2008). The role of protein turnover in ethylene

biosynthesis and response. *Plant Science: An International Journal of Experimental Plant Biology*, 175(1–2), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.01.004>

Medina, L., Socha, D., Pérez-B, J., Quiñones, A., & Pérez-Rodríguez, C. (2016).

Efecto de la aplicación de etileno sobre la desverdización de la naranja (*Citrus sinensis*) bajo atmósferas modificadas

Molina, E. (n.d.). Nutrición y fertilización de la naranja.

[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf)

Naranja, *Citrus sinensis* / rutaceae. (2010). Frutas y Hortalizas. [http://www.frutas-](http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Naranja.html)

[hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Naranja.html](http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Naranja.html)

Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Fjeld, K., & Arpaia, M. L. (2009).

Determinants of flavor acceptability during the maturation of navel oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 52(2), 56–163. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.01.005>

Orus, A. (2024). Producción mundial de naranjas 2011-2022. Statista.

<https://es.statista.com/estadisticas/508983/produccion-mundial-de->

naranjas/

- Owino, W. O., Manabe, Y., Mathooko, F. M., Kubo, Y., & Inaba, A. (2006). Regulatory mechanisms of ethylene biosynthesis in response to various stimuli during maturation and ripening in fig fruit (*Ficus carica* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 44(5–6), 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2006.03.009>
- Pérez, I. (2004). Desverdización de cítricos. *AGRÍCOLA*, 14-17.
- Peru, la V. (2021). Producción de cítricos en Perú. *La Voz Peru*. <https://lavoizdeperu.com/produccion-de-citricos-en-peru-casi-se-ha-duplicado-desde-2009/>
- Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la productividad*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Ramos, E. (2024). Exportación peruana de naranjas llegó a un valor de US\$ 12.5 millones en 2023. <https://agraria.pe/noticias/exportacion-peruana-de-naranjas-llego-a-un-valor-de-us-12-5--34697>
- Rieger, M. (2006). *Introduction to fruit crops*. Haworth Food & Agricultural Products. Págs: 157, 168, 169, 177. <https://doi.org/10.1201/9780367807801>
- Swingle, W. T. (1967). *The Botany of Citrus and its Wild Relatives in the Citrus Industry*.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* (Tercera ed.). Sinauer Associates. Inc. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/PlantPhysiologyTaiz2002.pdf>

- Umaña, G., Loría, C. L., & Gómez, J. C. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya Híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*.
<https://doi.org/10.15517/rac.v35i2.6679>
- Vazquez, D., Almirón, N., Eyman, L., & Bello, F. (2020). Desverdizado: precauciones para su implementación. *Revista INTA*, 2020, 22, 24.
https://www.aianer.com.ar/web/download/202005desverdizado_precauciones_para_implementacion.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Datos reales de Peso de fruto en gramos del Día 1 al Día 10

DIA 1					
PESO (g)	T1	T 2	T3	T4	T5
R1	327,6	218,3	316	249,3	266,7
R2	267,8	335,9	219,1	206,6	210,6
R3	300,4	328,1	329,9	271,2	179,3
R4	343,9	273,2	260,9	227,1	228,3
A	287,1	151,4	276	229,7	187
B	326,1	190	248,7	219,3	224,2
C	179,6	377	202,3	201,8	211,9
D	249,3	228,2	305,9	246,8	267,9
E	346,2	225,6	224,7	243,1	193,5
F	202,2	260,3	265,8	298,7	262,5
TOTAL	2 830,2	2 588	2 649,3	2 393,6	2 231,9
PROMEDIO	283,02	258,8	264,93	239,36	223,19

DIA 2					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	315,8	341,1	313,3	264,3	246,8
R2	333,1	265,1	217	208,4	204,6
R3	325,2	297,8	327,5	178,1	268,4
R4	270,7	324,7	258,4	225,8	224,7
A	225,8	209	209,3	178,1	285,7
B	217	182	188,4	225,8	280,3
C	184,8	167,1	178,1	178,5	195
D	342,4	265,9	193,3	215,1	260
E	227,8	184,1	155,7	204,1	176
F	191,6	176,5	263,3	163,7	213,55
TOTAL	2 634,2	2 413,3	2 304,3	2 251,3	2 355,05
PROMEDIO	263,42	241,33	230,43	225,13	235,51

DIA 3					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	321	213,2	310,7	261,7	244,3
R2	261,4	330	214,5	206,4	202,3
R3	294,4	321,5	324,3	175,9	265
R4	337,8	267,3	255,2	222,5	221,5
A	215,6	196,6	191,3	222,2	166,1
B	232,6	172,6	165,4	198,2	187,7
C	183	160,3	154,6	216,3	265,2
D	195,3	254,4	207,4	202,1	223,2
E	225,2	181,9	154,2	206,8	174
F	189,1	174,2	260,2	220,2	262,5
TOTAL	2 455,4	2 272	2 237,8	2 132,3	2 211,8
PROMEDIO	245,54	227,2	223,78	213,23	221,18

DIA 4					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	318,4	211,2	308,4	259,7	242,1
R2	258,8	327,7	212,4	204,5	200,2
R3	291,4	318,7	321,7	174	262
R4	334,8	264,5	252,6	219,5	218,9
A	139,8	139,5	169,9	227,6	260,8
B	170,2	175,9	196,7	148,8	176,5
C	227,3	226,5	199,4	143,1	410
D	147	158,1	280,1	149,1	261,4
E	222,8	179,6	152,9	204,8	172,3
F	187	172,3	257,6	218	260,3
TOTAL	2 297,5	2 174	2 351,7	1 949,1	2 464,5
PROMEDIO	229,75	217,4	235,17	194,91	246,45

DIA 5					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	315,6	208,9	305,9	257,6	240
R2	256	325,3	210,4	202,7	198,3
R3	288,4	315,4	319,3	172,2	259,3
R4	331,7	261,8	250,1	216,8	216,5
A	185	162,3	237,7	176,6	258,2
B	281,9	170,2	197,8	174,7	191
C	193,8	206,2	143,3	131,2	158,2
D	278,5	176,9	218,5	244,3	159,7
E	220,5	177,6	151,5	202,7	170,7
F	184,9	170,2	255,4	215,9	170,2
TOTAL	2 536,3	2 174,8	2 289,9	1 994,7	2 022,1
PROMEDIO	253,63	217,48	228,99	199,47	202,21

DIA 6					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	313,1	206,6	3,3,7	255,6	238,1
R2	253,7	322,9	208,7	201,1	196,7
R3	285,7	312,4	316,7	214,4	257
R4	329,2	259,1	248	170,6	214,3
A	334,1	124,9	172,5	196,5	150,4
B	185,9	175,6	173,4	175,9	207,7
C	160	176,7	200,9	165,3	199,7
D	161,5	216,2	199,4	166,9	197
E	218,6	175,5	150	200,9	169,2
F	182,9	168,6	253,1	214	203,34
TOTAL	2 424,7	2 138,5	1 922,7	1 961,2	2 033,44
PROMEDIO	242,47	213,85	213,6333	196,12	203,344

DIA 7					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	310,6	204,9	301,7	253,8	236,1
R2	251,5	320,9	206,9	199,5	195,1
R3	283,4	309,9	314,7	169,2	254,7
R4	326,7	256,8	246,3	212,3	212,2
A	153,7	206,8	157,9	168,9	195
B	177,3	214,7	177,4	266	195,5
C	193,7	169,5	214	232,2	277,6
D	143,1	140,6	171,2	179,8	270,1
E	216,4	173,6	148,9	199,3	167,6
F	181	167	251	212,2	222,7
TOTAL	2 237,4	2 164,7	2 190	2 093,2	2 226,6
PROMEDIO	223,74	216,47	219	209,32	222,66

DIA 8					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	308,4	203	299,8	252	234,4
R2	249,6	319,1	205,4	198,2	193,8
R3	281,3	307,6	312,8	168,1	152,9
R4	324,5	254,9	244,4	210,6	210,4
A	228,3	182,5	254,4	320,4	266,5
B	164,6	198,2	206,2	164,3	211,5
C	200,7	174,5	161,1	196,6	228,3
D	213,2	171,9	192,9	223,8	261,2
E	214,7	172	147,9	197,7	166,5
F	179,5	165,3	249,2	210,6	210,6
TOTAL	2 364,8	2 149	2 274,1	2 142,3	2 136,1
PROMEDIO	236,48	214,9	227,41	214,23	213,61

DIA 9					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	306	201,1	297,9	250,4	232,6
R2	247,6	316,9	203,9	196,8	192,4
R3	279	305,2	310,7	166,8	250,8
R4	322,2	252,7	242,7	208,7	208,5
A	181,4	228,3	257,9	211,9	248,4
B	188,5	224,2	177,5	163,4	164,2
C	180,2	196,1	171,2	161,6	211
D	168,1	243,1	186,5	187,5	205,9
E	213	170,2	146,8	196,1	165,2
F	177,9	163,8	247,4	208,9	208,8
TOTAL	2 263,9	2 301,6	2 242,5	1 952,1	2 087,8
PROMEDIO	226,39	230,16	224,25	195,21	208,78

DIA 10					
PESO (g)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	303,8	199,4	296,1	248,6	231
R2	245,6	314,9	202,3	195,3	191,1
R3	276,8	302,9	308,8	165,7	248,3
R4	320,1	250,8	240,9	207	206,8
A	170,7	269,6	211	255,3	207
B	190,6	247	391	303,8	232,7
C	165,6	179,6	142,4	199,3	173,6
D	138,4	150,1	170,7	280,8	263,8
E	211,3	163,8	145,8	194,6	163,9
F	176,3	162,2	245,7	207,4	253,5
TOTAL	2 199,2	2 240,3	2 354,7	2 257,8	2 171,7
PROMEDIO	219,92	224,03	235,47	225,78	217,17

Anexo 2. Datos reales de Grados Brix del Día 1 al Día 10

DIA 1					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6,6	7,5	7,3	6,5	6,6
R2	7,8	7,2	6,9	7,2	6,9
R3	7	7,2	6,3	7,6	7
R4	6,9	7	7	6,9	6,1
TOTAL	28,3	28,9	27,5	28,2	26,6
PROMEDIO	7,075	7,225	6,875	7,05	6,65

DIA 2					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6,5	7,4	6,4	5,8	6,5
R2	6,2	6,2	5	6,5	6,5
R3	6,8	6,4	5,4	5,9	5,2
R4	7,6	6,6	6,1	5,8	6,3
TOTAL	27,1	26,6	22,9	24	24,5
PROMEDIO	6,775	6,65	5,725	6	6,125

DIA 3					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6,6	6,6	6,2	7	6
R2	7,1	6	6,9	6,1	7
R3	6,8	6,2	5,2	6,2	7
R4	6,9	7,3	6,3	5,5	6,7
TOTAL	27,4	26,1	24,6	24,8	26,7
PROMEDIO	6,85	6,525	6,15	6,2	6,675

DIA 4					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6,2	6,1	5,8	6,4	6,6
R2	6,3	6,4	6,9	6	6
R3	6,2	7,2	6,6	5,2	7
R4	6	6,9	7,8	5	6,9
TOTAL	24,7	26,6	27,1	22,6	26,5
PROMEDIO	6,175	6,65	6,775	5,65	6,625

DIA 5					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7,2	6,2	7,2	6	7
R2	6,3	6	6,3	5,8	6,2
R3	7	7,2	6,2	5,4	6,2
R4	7	6,2	7,8	7,6	5,8
TOTAL	27,5	25,6	27,5	24,8	25,2
PROMEDIO	6,875	6,4	6,875	6,2	6,3

DIA 6					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7,2	5,8	5,8	6,6	6,6
R2	6,4	6,2	4,8	6,2	6
R3	6	6	6,6	6,6	6,6
R4	6,4	6,4	5,8	5,6	6,2
TOTAL	26	24,4	23	25	25,4
PROMEDIO	6,5	6,1	5,75	6,25	6,35

DIA 7					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	74	6,2	6,4	6	6,1
R2	6,8	6,6	6,2	6	6,3
R3	6,8	5,2	7	6,3	6,2
R4	6,4	7,8	6,4	6	7,4
TOTAL	27,4	25,8	26	24,3	26
PROMEDIO	6,85	6,45	6,5	6,075	6,5

DIA 8					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6,8	7,4	7,4	7,8	7
R2	6,4	6,8	6,8	6,2	7
R3	6,4	6,7	6,4	6,4	6,8
R4	6,6	6,4	5,8	7,2	6,6
TOTAL	26,2	27,3	26,4	27,6	27,4
PROMEDIO	6,55	6,825	6,6	6,9	6,85

DIA 9					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7,2	7,2	6,6	5,8	7,6
R2	6,8	7,2	5	5,8	7,4
R3	6,2	6,6	6,2	6,2	6,6
R4	6,8	7	6,8	6	6,8
TOTAL	27	28	24,6	23,8	28,4
PROMEDIO	6,75	7	6,15	5,95	7,1

DIA 10					
(°Brix)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7,6	6,4	6,5	6,4	6,8
R2	6	7,1	7,8	6,2	7
R3	8	6,4	6,1	5,2	7
R4	6,8	5,4	5,1	6	7,4
TOTAL	28,4	25,3	25,5	23,8	28,2
PROMEDIO	7,1	6,325	6,375	5,95	7,05

Anexo 3. *Datos reales de Acidez en gr/cm³ del Día 1 al Día 10*

DIA 1					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,84	0,95	0,92	0,61	1,24
R2	0,92	1,04	0,79	1,01	0,81
R3	0,87	0,78	0,82	0,69	0,67
R4	0,92	0,78	1,16	0,47	0,83
TOTAL	3,558	3,5456	3,6992	2,7904	3,5456
PROMEDIO	0,89	0,8864	0,9248	0,6976	0,8864

DIA 2					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,61	0,63	0,59	0,40	0,68
R2	0,77	0,64	0,31	0,54	0,56
R3	1,10	0,51	0,52	0,74	0,58
R4	0,76	0,50	0,49	0,54	0,76
TOTAL	3,2384	2,2784	1,907	2,214	2,573
PROMEDIO	0,8096	0,5696	0,477	0,554	0,643

DIA 3					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,82	0,55	0,63	0,58	0,37
R2	0,51	0,44	0,61	0,52	0,56
R3	0,79	0,58	0,35	0,51	0,67
R4	0,81	0,69	0,68	0,52	0,58
TOTAL	2,931	2,2528	2,2656	2,1376	2,176
PROMEDIO	0,733	0,5632	0,5664	0,5344	0,544

DIA 4					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,81	0,55	0,70	0,41	0,61
R2	0,69	0,73	0,59	0,31	0,68
R3	0,59	0,56	0,74	0,32	0,46
R4	0,68	0,61	0,73	0,31	0,68
TOTAL	2,7648	2,4576	2,765	1,344	2,432
PROMEDIO	0,6912	0,6144	0,691	0,336	0,608

DIA 5					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,64	0,50	0,58	0,32	0,61
R2	0,60	0,46	0,65	0,44	0,73
R3	0,61	0,46	0,52	0,51	0,46
R4	0,61	0,78	0,67	0,63	0,76
TOTAL	2,47	2,2016	2,4192	1,8944	2,56
PROMEDIO	0,618	0,5504	0,6048	0,4736	0,64

DIA 6					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,73	0,55	0,41	0,69	0,63
R2	0,72	0,54	0,31	0,51	0,60
R3	0,49	0,51	0,69	0,68	0,68
R4	0,59	0,54	0,33	0,74	0,63
TOTAL	2,5216	2,1376	1,741	2,624	2,534
PROMEDIO	0,6304	0,5344	0,435	0,656	0,634

DIA 7					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,72	0,52	0,50	0,59	0,54
R2	0,92	0,64	0,58	0,52	0,44
R3	0,78	0,44	0,68	0,52	0,63
R4	0,63	0,67	0,51	0,37	0,76
TOTAL	3,05	2,27	2,27	2,01	2,36
PROMEDIO	0,76	0,57	0,57	0,50	0,59

DIA 8					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,65	0,61	0,78	0,55	0,73
R2	0,63	0,44	0,55	0,54	0,63
R3	0,64	0,49	0,63	0,79	0,47
R4	0,77	0,77	0,45	0,61	0,59
TOTAL	2,69	2,30	2,41	2,50	2,42
PROMEDIO	0,67	0,58	0,60	0,62	0,60

DIA 9					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,56	0,74	0,63	0,65	0,65
R2	0,61	0,64	0,69	0,36	0,79
R3	0,64	0,60	0,50	0,74	0,67
R4	0,77	0,61	0,37	0,58	0,63
TOTAL	2,59	2,60	2,19	2,33	2,74
PROMEDIO	0,65	0,65	0,55	0,58	0,68

DIA 10					
ACIDEZ TOTAL (g/cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0,86	0,46	0,59	0,46	0,67
R2	0,84	0,59	0,60	0,52	0,55
R3	0,83	0,64	0,45	0,40	0,60
R4	0,83	0,36	0,37	0,61	0,76
TOTAL	3,37	2,05	2,01	2,00	2,57
PROMEDIO	0,84	0,51	0,50	0,50	0,64

Anexo 4. Datos reales de Madurez del Día 1 al Día 10

DIA 1					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	7,81	7,91	7,92	10,58	5,32
R 2	8,46	6,95	8,69	7,12	8,56
R3	8,04	9,22	7,69	11,00	10,52
R 4	7,49	8,97	6,01	14,57	7,33
TOTAL	31,81	33,05	30,32	43,26	31,72
PROMEDIO	7,95	8,26	7,58	10,82	7,93

DIA 2					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	7,81	7,91	7,92	10,58	5,32
R 2	8,46	6,95	8,69	7,12	8,56
R 3	8,04	9,22	7,69	11,00	10,52
R 4	7,49	8,97	6,01	14,57	7,33
TOTAL	31,81	33,05	30,32	43,26	31,72
PROMEDIO	7,95	8,26	7,58	10,82	7,93

DIA 3					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	8,06	11,99	9,89	12,15	16,16
R 2	13,87	13,79	11,23	11,62	12,43
R 3	8,57	10,76	15,05	12,11	10,52
R 4	8,56	10,56	9,29	10,48	11,63
TOTAL	39,05	47,10	45,45	46,37	50,74
PROMEDIO	9,76	11,78	11,36	11,59	12,69

DIA 4					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	7,69	11,08	8,24	15,63	10,74
R 2	9,11	8,77	11,72	19,53	8,84
R 3	10,53	12,78	8,89	16,25	15,19
R 4	8,84	11,23	10,69	16,28	10,17
TOTAL	36,18	43,87	39,54	67,68	44,95
PROMEDIO	9,04	10,97	9,88	16,92	11,24

DIA 5					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	11,25	12,42	12,50	18,75	11,39
R 2	10,47	13,02	9,65	13,33	8,50
R 3	11,39	15,63	11,81	10,55	13,45
R 4	11,39	7,94	11,72	12,12	7,68
TOTAL	44,51	49,01	45,68	54,74	41,03
PROMEDIO	11,13	12,25	11,42	13,69	10,26

DIA 6					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	9,87	10,54	14,16	9,55	10,52
R 2	8,93	11,53	15,63	12,11	9,97
R 3	12,34	11,72	9,55	9,73	9,73
R 4	10,87	11,90	17,43	7,54	9,89
TOTAL	42,00	45,69	56,76	38,93	40,11
PROMEDIO	10,50	11,42	14,19	9,73	10,03

DIA 7					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	10,324	11,81	12,821	10,19	11,347
R 2	7,3785	10,31	10,764	11,43	14,476
R 3	8,709	11,95	10,318	12	9,8852
R 4	10,204	11,72	12,5	16,16	9,7987
TOTAL	36,615	45,79	46,403	49,79	45,507
PROMEDIO	9,1538	11,45	11,601	12,45	11,377

DIA 8					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	10,417	12,04	9,4775	14,17	9,5943
R 2	10,204	15,63	12,355	11,53	11,161
R 3	10	13,77	10,204	8,065	14,358
R 4	8,5938	8,333	12,946	11,72	11,209
TOTAL	39,214	49,78	44,983	45,49	46,322
PROMEDIO	9,8036	12,44	11,246	11,37	11,581

DIA 9					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	12,784	9,698	10,523	8,885	11,642
R 2	11,068	11,25	7,2338	16,18	9,3246
R 3	9,6875	10,97	12,42	8,351	9,9159
R 4	8,8542	11,39	18,319	10,42	10,842
TOTAL	42,393	43,31	48,496	43,84	41,724
PROMEDIO	10,598	10,83	12,124	10,96	10,431

DIA 10					
ÍNDICE DE MADUREZ	T1	T2	T3	T4	T5
R 1	8,8619	13,89	1,1039	13,89	10,216
R 2	7,1023	12,06	12,965	11,81	12,718
R 3	9,6154	10	13,616	13,1	11,636
R 4	8,1731	15,07	13,739	9,766	9,7987
TOTAL	33,753	51,01	41,425	48,57	44,369
PROMEDIO	8,4382	12,75	10,356	12,14	11,092

Anexo 5. *Datos reales de Índice de color en nanómetros*

DIA 1					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	492	499	524	488	465
P2	469	515	476	482	480
P3	503	500	507	497	488
P4	514	491	499	491	536
TOTAL	1 978	2 005	2 006	1 958	1 969
PROMEDIO	494,5	501,3	501,5	489,5	492,25

DIA 2					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	495	502	533	493	465
P2	473	527	489	489	480
P3	507	505	522	510	488
P4	526	500	507	505	536
TOTAL	2 001	2 034	2 051	1 997	1 969
PROMEDIO	500,3	508,5	512,8	499,3	492,25

DIA 3					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	500	507	540	504	465
P2	481	533	499	496	480
P3	514	507	525	515	488
P4	531	511	507	517	536
TOTAL	2 026	2 058	2 071	2 032	1 969
PROMEDIO	506,5	514,5	517,8	508	492,25

DIA 4					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	511	516	546	522	465
P2	499	541	511	507	480
P3	524	515	533	526	488
P4	541	527	522	533	536
TOTAL	2 075	2 099	2 112	2 088	1 969
PROMEDIO	518,8	524,8	528	522	492,25

DIA 5					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	527	532	552	535	467
P2	513	555	521	527	483
P3	536	525	545	547	490
P4	558	532	532	553	540
TOTAL	2 134	2 144	2 150	2 162	1 980
PROMEDIO	533,5	536	537,5	540,5	495

DIA 6					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	536	537	567	549	467
P2	527	558	538	538	483
P3	556	539	552	557	490
P4	561	551	539	568	540
TOTAL	2 180	2 185	2 196	2 212	1 980
PROMEDIO	545	546,3	549	553	495

DIA 7					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	546	547	577	565	469
P2	537	569	549	550	485
P3	563	553	564	565	494
P4	575	565	547	576	543
TOTAL	2 221	2 234	2 237	2 256	1 991
PROMEDIO	555,3	558,5	559,3	564	497,75

DIA 8					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	557	557	583	575	469
P2	541	575	562	565	485
P3	572	565	563	578	494
P4	589	573	561	586	543
TOTAL	2 259	2 270	2 269	2 304	1 991
PROMEDIO	564,8	567,5	567,3	576	497,75

DIA 9					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	562	565	597	571	469
P2	555	585	563	582	485
P3	589	593	578	615	495
P4	599	581	575	557	544
TOTAL	2 305	2 324	2 313	2 325	1 993
PROMEDIO	576,3	581	578,3	581,3	498,25

DIA 10					
INDICE DE COLOR	T1	T2	T3	T4	T5
P1	573	576	612	603	469
P2	566	601	574	618	485
P3	607	613	608	635	495
P4	603	597	615	623	544
TOTAL	2 349	2 387	2 409	2 479	1 993
PROMEDIO	587,3	596,8	602,3	619,8	498,25

Anexo 6. Panel fotográfico



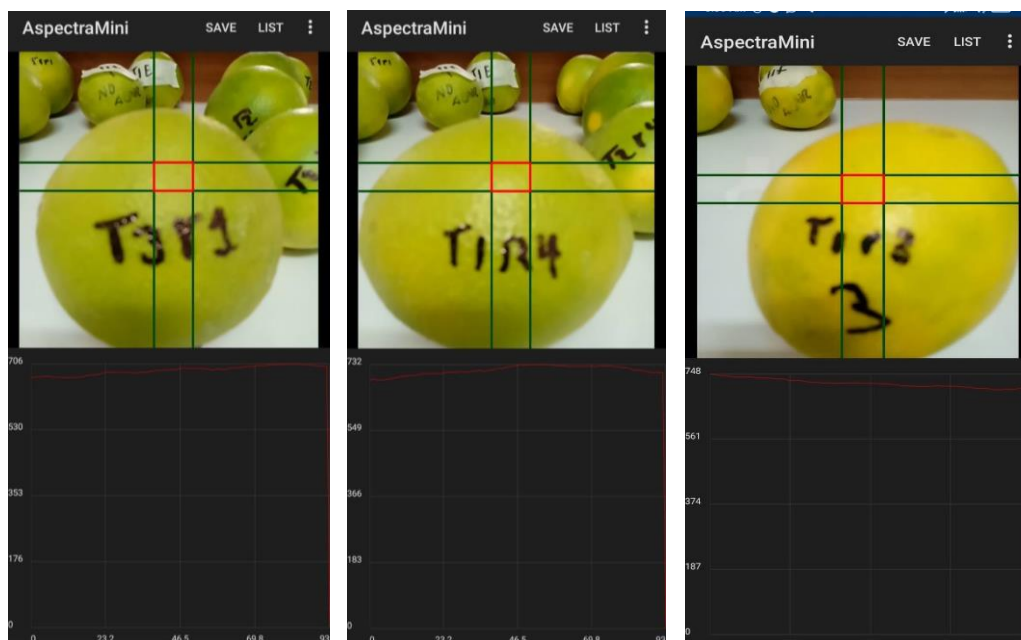
Fotografía 1. Unidades experimentales



Fotografía 2 y 3. Etiquetado de unidades experimentales



Fotografía 4. Toma de datos de firmeza de fruto



Fotografía 5. Reconociendo la coloración en nanómetros



Fotografía 6. El tratamiento uno al día 7 post aplicación



Fotografía 7. El testigo



Fotografía 8 y 9. Aplicación de gotitas de fenolftaleína para Titular con el fin de evaluar la acidez de fruto.



Fotografía 10. Naranjas evaluadas al día 11



Fotografía 11. La senescencia del fruto 29 días después de la aplicación